ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcoolyse des corps gras.* Note de M. A. Haller.

I. On sait combien l'eau faiblement acidulée par les acides chlorhydrique, bromhydrique, phénylsulfonique, sulfurique, etc. favorise l'*hydrolyse* des corps gras en glycérine et acides gras.

La saponification sulfurique est d'ailleurs largement employée dans l'industrie de la stéarine pour la préparation de la matière première destinée à la fabrication des bougies stéariques.

Les recherches qui font l'objet de cette Note ont pour but de montrer que, si l'on substitue au milieu eau acidulée, un milieu alcoolique renfermant également de petites quantités d'acides, il se produit un dédoublement analogue à celui que provoque l'eau acidulée à haute température, avec cette différence, toutefois, que l'un des produits de la saponification se fixe au restant alcool pour donner naissance à un éther-sel [1]. Il y a, en un mot, *alcoolyse*.

---

[1] L'action simultanée de l'alcool et de l'acide chlorhydrique sur l'huile de ricin a été étudiée par Rochleder, dans le but de préparer la glycérine (*Ann. der Pharm.*, t. LIX, p. 260).

Plus tard, M. Berthelot a appliqué la réaction à plusieurs glycérides et montré que, dans ces conditions, il se forme des éthers-sels et de la glycérine (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLI, p. 311).

Si l'hydrolyse des corps gras peut se représenter par l'équation

$$C^3H^5\begin{cases}OCOR\\OCOR\\OCOR\end{cases} + 3HOH = C^3H^5\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases} + 3R.COOH,$$

l'alcoolyse se traduira par

$$C^3H^5(OCOR)^3 + R^1OH = C^3H^5(OH)^3 + 3(RCOOR^1).$$

Tous les corps gras, quelles que soient leur constitution et leur consistance, subissent, avec plus ou moins de facilité, cette transformation en glycérine et éthers-sels.

II. Nous avons opéré sur les matières suivantes :

1° Huiles ou matières grasses ne renfermant, à côté d'oléine, que des glycérides à acides gras saturés (beurre, beurre de coco, de cacao, margarine, suif, etc.);

2° Huiles siccatives (lin, pavots, bancoulier, etc.);

3° Huiles contenant des glycérides à oxyacides (ricin).

Avec la plupart de ces corps gras nous n'avons opéré le dédoublement qu'avec de l'alcool méthylique absolu, les éthers-sels de cet alcool ayant un point d'ébullition moins élevé que celui des éthers des alcools homologues supérieurs. De plus, les myristate, palmitate, stéarate et arachate de méthyle sont solides, alors que les éthers composés des alcools éthylique et homologues sont liquides.

Nous avons employé comme acide catalyseur l'acide chlorhydrique, mais avons constaté que l'acide phénylsulfonique favorisait également l'alcoolyse.

III. Le mode opératoire adopté pour les matières grasses riches en acides à poids moléculaires peu élevés ou pour les huiles contenant des glycérides à oxyacides, a été le suivant :

Dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant on introduit 100g du corps gras préalablement privé d'eau, soit par filtration à chaud, soit par dissolution dans le benzène ou l'éther de pétrole avec distillation subséquente du solvant, et on y ajoute environ le double de son poids d'alcool méthylique absolu contenant de 1 à 2 pour 100 d'acide chlorhydrique sec. On chauffe ensuite le mélange au bain-marie jusqu'à ce qu'il soit homogène. Il peut se faire que, malgré la durée de l'ébullition, cette homogénéité ne puisse être atteinte; il convient alors de décanter la partie supérieure du liquide, d'ajouter au corps gras restant une nouvelle quantité d'alcool chlorhydrique et de chauffer au bain-marie jusqu'à dissolution complète.

Les liqueurs éthéro-alcooliques ainsi obtenues sont versées dans l'eau, ou mieux

dans l'eau salée, qui dissout la glycérine et l'excès d'alcool, tandis que les éthers-sels surnagent et peuvent être décantés.

Il arrive cependant souvent que la masse, versée dans l'eau, s'émulsionne, par suite de la cristallisation des palmitate et stéarate de méthyle. Dans ce cas, on traite le tout par de l'éther et l'on soutire la solution aqueuse.

La liqueur éthérée, après avoir été lavée avec une solution de carbonate de soude, est séchée et distillée, au bain-marie d'abord pour chasser l'éther, puis à feu nu ou au bain d'huile.

Quand le corps gras contient les glycérides des acides butyrique, caproïque et caprylique, on peut opérer la rectification à la pression ordinaire jusqu'à élimination complète des éthers de ces acides; mais, à partir de la température de 194°, qui est celle du point d'ébullition du caprylate de méthyle, il est nécessaire de continuer la distillation sous pression réduite.

Qu'on opère à la pression ordinaire ou dans le vide partiel, on recueille les portions qui passent de 5° en 5°, et on les soumet ensuite à de nouvelles rectifications, jusqu'à ce qu'on obtienne des produits à point d'ébullition constant.

Cette manière de faire donne de bons résultats avec tous les termes pairs de la série des acides $C^nH^{2n}O^2$ jusqu'au douzième, c'est-à-dire jusqu'à l'acide laurique inclusivement, mais ne permet pas de séparer complètement les éthers méthyliques des acides myristique, palmitique et stéarique, ces composés étant toujours imprégnés d'oléate de méthyle, liquide à la température ordinaire.

Pour opérer la séparation de ces éthers d'avec l'oléate, on soumet les différentes fractions qui les contiennent à un fort refroidissement dans la glace, et l'on essore les cristaux à la trompe. Quand la quantité d'éther oléique n'est pas trop considérable, on peut aussi étaler le produit solide sur des plaques poreuses, préalablement refroidies à 0°, et qu'on maintient à cette température dans une glacière. Les divers résidus cristallins restant sur les assiettes sont généralement constitués par du myristate, du palmitate et du stéarate de méthyle presque purs; il suffit de les faire cristalliser dans l'alcool méthylique absolu pour qu'ils montrent le point de fusion des éthers purs.

Pour extraire le liquide absorbé par les assiettes poreuses, on concasse ces dernières en petits fragments et on les épuise à plusieurs reprises avec de l'éther. Les résidus des différentes solutions éthérées sont distillés séparément et soumis une seconde fois à un refroidissement à 0° ou au-dessous. Les cristaux, s'il y en a, sont de nouveau étalés sur des assiettes poreuses, et le liquide qu'ils abandonnent ainsi est encore récupéré au moyen de l'éther.

S'il s'agit d'huiles non siccatives, ce liquide est généralement constitué par de l'oléate de méthyle plus ou moins souillé de petites quantités de palmitate et de stéarate. Nous n'avons jamais réussi à obtenir un éther renfermant plus de 95 à 96 pour 100 d'oléate de méthyle.

IV. Comme nous l'avons déjà fait observer, la vitesse de saponification

et d'éthérification subséquente varie dans une large mesure avec la nature du corps gras. Très rapide, et pour ainsi dire totale, avec le double de leur poids d'alcool méthylique, quand il s'agit de glycérides comme ceux contenus dans le beurre ordinaire, le beurre de coco et l'huile de ricin, elle nécessite parfois plusieurs traitements jusqu'à l'alcoolyse complète.

Cette observation s'applique aux matières grasses très riches en glycérides à poids moléculaires élevés et principalement aux huiles siccatives.

Avec ces dernières, le traitement répété avec l'alcool acide présente encore l'inconvénient d'exposer la matière grasse à une oxydation et à une polymérisation, de sorte qu'il devient très difficile d'opérer l'alcoolyse de la totalité du produit, à moins d'employer un grand excès d'alcool.

Pour éviter ces inconvénients, nous provoquons la réaction au sein d'un dissolvant neutre. Le corps gras est dissous dans l'éther, dans le benzène ou le tétrachlorure de carbone et additionné de l'alcool acidulé avec lequel on veut produire l'alcoolyse. Quand l'opération est terminée, on lave la masse avec de l'eau alcalinisée, on dessèche, on distille le dissolvant et l'on fractionne les éthers obtenus.

V. En résumé nos recherches montrent :

1° Que tous les glycérides peuvent subir l'alcoolyse et que ceux à poids moléculaires peu élevés se dédoublent plus facilement que les glycérides supérieurs ;

2° Que les corps gras solubles dans l'alcool (ricin) s'alcoolysent plus facilement que ceux qui sont insolubles ;

3° Que l'alcoolyse est facilitée quand on l'opère au sein d'un dissolvant du corps gras ;

4° Que la transformation des matières grasses en glycérine et éthers-sels constitue un moyen très pratique pour la préparation d'un certain nombre de ces éthers, et aussi une nouvelle méthode d'analyse qualitative de ces matières ;

5° Que l'opération de l'alcoolyse, se faisant à une température relativement basse et en présence de peu d'acide, permet de respecter les corps qui, contenus en très petites quantités dans les produits naturels, leur donnent le parfum, le goût de terroir caractéristique.

VI. *Interprétation des réactions.* — Comme dans le cas de l'hydrolyse des éthers-sels ordinaires, des glycérides, des bioses et polyoses, des glucosides, etc., les acides chlorhydrique, bromhydrique, phénylsulfonique, etc. se comportent, au sein des alcools, vis-à-vis des mêmes combinaisons, comme des agents catalyseurs. Ils déterminent l'alcoolyse.

A l'égard des corps gras, cette action catalysante est plus profonde et plus nette que celle qu'opèrent les alcoolates de sodium ou les solutions alcooliques de potasse ou de soude.

On sait en effet depuis longtemps, par les travaux de Duffy, Bouis, Allen, Henriques, Kossel et Krüger, Kossel et Obermuller, Kremann, etc., que les glycérides et divers autres éthers-sels donnent naissance à des éthers d'alcools monoatomiques, quand on les traite par des alcools sodés ou des lessives alcooliques.

Claisen, Bull, Obermuller, Goldschmidt, Euler, Kremann ont donné des interprétations variées du phénomène.

Nous pourrions invoquer les mêmes théories admises par ces divers auteurs, s'il ne venait pas à l'esprit une objection que nous croyons devoir signaler.

Bien qu'opérant avec des alcools absolus, nous ne savons pas si, à un moment donné, il n'existe pas dans le milieu, une petite quantité d'eau (provenant par exemple de l'action de l'acide catalyseur sur l'alcool), eau qui hydrolyse ensuite le corps gras avec mise en liberté de glycérine et acide, ce dernier se trouvant alors dans les conditions ordinaires pour être transformé en éther-sel.

Nous nous proposons de donner ultérieurement les résultats obtenus avec différentes catégories de corps gras, et aussi d'étudier l'alcoolyse d'autres composés, notamment de ceux qui en présence de l'eau acidulée subissent l'hydrolyse.

MINÉRALOGIE. — *Sur la transformation de roches volcaniques en phosphate d'alumine sous l'influence de produits d'origine physiologique.* Note de M. A. Lacroix.

Au cours d'une récente mission à l'île de San Thomé, dans le golfe de Guinée, M. Gravier, assistant au Muséum, a recueilli une collection de minéraux et de roches, qu'il a bien voulu soumettre à mon examen. L'île de San Thomé est entièrement volcanique; elle est constituée par des dykes, des coulées et des produits de projection basaltiques, accompagnés de trachytes et de quelques phonolites feldspathiques.

Ce ne sont point ces roches qui font l'objet de cette Note, mais bien un minéral, résultant de la décomposition du trachyte de l'îlot de Cabras, situé au nord-ouest de San Thomé, et tout près de la côte. Cet îlot est

dépourvu de terre végétale ; la surface de la roche volcanique est recouverte d'une pellicule grise, cachant une couche cornée brunâtre, qui est elle-même séparée du trachyte blanc grisâtre intact, par une zone compacte d'un blanc mat.

Cette substance, dont l'épaisseur variable peut atteindre quelques centimètres, m'a aussitôt rappelé celle que j'ai rencontrée dans de semblables conditions sur les conglomérats andésitiques de l'îlot de la Perle, au nord-ouest de la Martinique. Elle lui est en effet identique, elle est constituée par un phosphate d'alumine hydraté, un peu ferrifère.

L'examen microscopique de sections minces, taillées perpendiculairement aux surfaces exposées à l'air, montre, à l'extérieur (pellicule grise et couche brune), une région possédant une structure concrétionnée, riche en ponctuations biréfringentes. La cristallinité augmente dans la zone blanche sous-jacente, où abondent des sphérolites et des concrétions fibreuses, dont la biréfringence est supérieure à celle du quartz et dont les fibres (biaxes) ont un allongement négatif. Dans cette zone, la structure du trachyte est encore distincte, mais les phénocristaux et les microlites feldspathiques ne sont plus que des squelettes, autour desquels et dans lesquels est venu se concrétionner le phosphate d'alumine. On passe ensuite insensiblement à la roche intacte.

Des échantillons beaucoup plus transformés ont été recueillis par M. Gravier sur le bord de la mer ; leur surface est corrodée et polie par l'action des vagues. Le phosphate d'alumine a pénétré profondément dans la roche, remplissant de petites fissures qui s'anastomosent, en laissant entre elles des lambeaux de trachyte intact.

Le mécanisme de cette singulière transformation est facile à expliquer : A San Thomé, comme à la Martinique, de même que dans l'atoll Clipperton dans le Pacifique du Nord, où M. Teall a observé [1] une altération du même ordre aux dépens d'un trachyte, les roches modifiées forment des rochers nus, servant de refuge à d'innombrables oiseaux de mer, qui les

---

(1) *Quarterl. J. geol. Soc. London,* t. LIV, 1898, p. 230. L'amiral Sir W.-J. Wharton a publié (*Id.* p. 228) une carte de cet atoll qui, on le sait, est possession française : on y voit le rocher trachytique dont il est question ici, occuper dans le lagon une position excentrique. Les deux photographies, jointes à son Mémoire, montrent ce rocher haut de 20^{m}, se dressant de la mer, avec des parois presque verticales ; cette disposition fait penser que, de même que l'île de Bogosloff, qui a surgi dans la mer de Behring, le roc trachytique de Clipperton a probablement pris naissance par un phénomène d'extrusion, analogue à celui du dôme de la montagne Pelée.

couvrent de leurs déjections ; ce n'est qu'à l'action chimique de celles-ci, constamment renouvelées, action certainement aidée par des actions microbiennes, que l'on puisse attribuer cette attaque profonde des roches volcaniques. On n'est pas surpris de trouver des calcaires et notamment ceux des récifs coralliens, transformés en phosphate de chaux sous la même influence ; mais il est plus remarquable de voir des silicates, comme l'orthose, aussi résistant aux agents chimiques de nos laboratoires, se détruire avec une telle facilité sous l'influence d'agents chimiques d'origine physiologique.

Le phosphate biammoniacal joue sans doute dans cette réaction le rôle capital qu'a mis en lumière notre confrère, M. Armand Gautier, dans son étude du phosphate alumineux, qu'il a découvert dans la grotte de Minerve (Hérault), mais il existe une différence essentielle dans le résultat ultime constaté dans ces deux catégories de gisements. Tandis que dans la grotte de Minerve, le phosphate résultant de l'attaque de l'argile fixe une grande quantité de potasse (la *minervite* résultante est en effet un phosphate hydraté d'alumine, de potasse, contenant une petite quantité de chaux et d'ammoniaque), dans les gisements tropicaux, non seulement il n'y a pas d'alcalis apportés, mais tous ceux qui existaient dans la roche originelle, de même que les bases terreuses, ont été éliminés, de telle sorte qu'il n'y a aucune différence entre le phosphate produit aux dépens d'un trachyte, riche en potasse, pauvre en chaux et en magnésie (I. de Cabras et Clipperton), ou d'une andésite, riche en chaux et en magnésie, médiocrement pourvue en alcalis, parmi lesquels domine la soude (Martinique).

Les conditions topographiques et climatériques, si différentes dans les deux cas, permettent de comprendre ces particularités. Dans les îlots soumis au lavage intense des pluies tropicales, les sels solubles sont entraînés à la mer au fur et à mesure de leur production, au lieu de rester en contact avec la roche attaquée, comme cela a eu lieu dans la grotte de Minerve.

Cette élimination de tous les éléments de la roche modifiée, autres que l'alumine et une partie du fer, est à rapprocher de celle qui caractérise la *latéritisation*, cette autre maladie tropicale des roches silicatées.

Le phénomène que je viens de discuter n'est pas limité aux trois îlots en question ; le même phosphate d'alumine, désigné sous le nom de *redondite*, a été exploité jadis à l'île de Redonda (Petites Antilles). Il faut y rattacher aussi celui qui est extrait encore aujourd'hui de l'îlot du Conné-

table, sur la côte de la Guyane, où les roches altérées sont des gneiss et des diabases.

On remarquera que tous ces gisements se trouvent dans des îlots dénudés situés entre l'Équateur et le 17e degré de latitude Nord; il est fort vraisemblable que ce mode d'altération des roches silicatées sous l'action de produits d'origine physiologique est très général dans cette vaste zone (et doit s'observer symétriquement au sud de l'Équateur), toutes les fois que les conditions exposées plus haut sont réalisées. La vérification de cette hypothèse serait intéressante aussi bien au point de vue théorique qu'au point de vue pratique, puisque le phosphate d'alumine, pour avoir moins de valeur que le phosphate de chaux ([1]), n'en est pas moins exploitable. Il y aurait lieu en outre de rechercher si, comme la latéritisation, cette phosphatisation des roches silicatées est limitée aux pays tropicaux à climat humide ou si, au contraire, elle se produit aussi sous d'autres climats et en particulier sous les climats tempérés. C'est afin d'appeler l'attention sur ces questions que j'ai cru devoir publier cette nouvelle observation, consacrée à un minéral qui ne paye pas de mine et qui peut passer facilement inaperçu.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines et inflorescences des* Callipteris *Br.* Note de M. GRAND'EURY.

La présence fréquente, avec les *Callipteris* des environs d'Autun, des graines inventoriées il y a trente ans sous le nom de *Carpolithes variabilis* Gr. ([2]), jointe au mélange intime des mêmes graines avec le *Call. conferta* St. dans du charbon de Bert (Allier) formé exclusivement de ce fossile, m'ont fait supposer ([3]) qu'elles se rapportent aux mêmes plantes. L'étude, sur le terrain, de la flore de l'horizon du boghead d'Autun confirme ce rapprochement.

([1]) Les *leached guanos* des Américains, formés aux dépens de roches calcaires par le lavage naturel du guano suprajacent, sont ou ont été exploités dans cette zone : dans quelques îles des Antilles et dans de petites îles du Pacifique situées entre le 10e degré Nord et le 10e degré Sud de latitude, le 180e degré et le 150e degré de longitude Ouest.

([2]) *Flore carbonifère*, p. 515.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 27.

Cette flore, aux mines de Margenne et des Télots, est des plus simples, composée qu'elle est presque entièrement de *Callipteris* et de *Carp. variabilis,* ne comprenant en outre que de très rares *Walchia* et quelques types et espèces en voie d'extinction des couches supérieures de Saint-Étienne.

Ces Carpolithes prodigieusement nombreux ([1]) sont dispersés partout, au toit, au mur de la couche de boghead, à 100^{m} au-dessous et dans l'intervalle; au toit de cette couche, en particulier, ils sont associés aux *Callipteris* dans la proportion de 100 pour une feuille; et comme avec les fossiles dissidents y compris les *Walchia* ([2]) se trouvent leurs fructifications et graines, les *Carp. variabilis* s'imposent comme graines des *Callipteris conferta* et dérivés.

Cependant, des nombreuses graines trouvées en contact avec les feuilles, aucune ne leur est attachée. Au toit du boghead, ces graines sont souvent agglomérées en plus ou moins grand nombre et, dans les groupes les plus isolés, elles sont en partie orientées et disposées comme si elles étaient en connexion avec des axes grêles ramifiés dont il reste encore quelques vestiges ou traces en dépit de la mauvaise conservation des empreintes végétales dans les schistes bitumineux : ces groupements représentent sans doute des inflorescences égrenées sur place. D'autre part, sur des schistes à pâte fine de Toulon-sur-Arroux, se voient des jeunes graines nues attachées à de fins rameaux. De plus, un bouquet de ces graines a été trouvé fixé à un rachis rappelant ceux des *Callipteris*, ce qui a achevé de me convaincre que les très nombreuses graines de ces fossiles ont formé des régimes ([3]) séparés indépendants des feuilles ordinaires.

Les graines nues des *Callipteris* sont sessiles et souvent obliques comme celles attachées directement et latéralement à un axe. Aplaties à l'état fossile, leurs empreintes, larges de 5^{mm} à 10^{mm}, sont elliptiques, ovoïdes ou

---

([1]) Ces graines n'ont pas retenu l'attention; les plus approchantes qui soient publiées sont celles des figures 18 à 21, Planche XVIII, *Flora d. jüng. Stk. u. Roth. im Saar-Rhein-Gebiete.*

([2]) Leurs graines, plus petites que celles des *Callipteris,* en diffèrent en outre par la forme et la consistance; et avec les *Pinites permiensis* Ren. qui sont communs à Margenne, gisent des strobiles sphériques ne comportant aussi que de très petites graines.

([3]) Je n'ai découvert aucun reste de *Cycadospadix Milleryensis* Ren., me permettant de penser que cette inflorescence puisse se rapporter aux *Callipteris* du type *conferta.*

rondes. Le testa en est mince et uni, ou plutôt très légèrement strié par des linéaments fibreux divergeant de la base et convergeant vers le sommet; il ne présente aucune ligne de déhiscence, ni arête organique et tout indique que, à l'état de nature, les graines de *Callipteris* ressemblaient à des baies; ce sont, de forme, les plus simples des graines de Ptéridospermées.

Les graines se rapportant aux *Call. conferta* St., *prælongata* W., *obliqua* Göp., etc., au lieu d'offrir, comme celles des *Nevropteris* stéphaniens, autant de types que les feuilles, varient dans de si étroites limites qu'elles ne se prêtent pas à des distinctions spécifiques.

Sans être en mesure de les rattacher à ces *Callipteris*, je signalerai néanmoins, parmi ces fossiles, d'assez nombreux organes mâles fort singuliers, longs de 2^{cm} à 3^{cm}, ressemblant à d'énormes *Crossotheca* Z., et se laissant comparer, quoique plus gros, aux fossiles des mines de Decize (Nièvre) représentés par M. Zeiller dans la *Flore fossile de Commentry* (*Pl. XXXI, fig.* 2, 3 et 4). A l'état adulte, les capsules marginales sont pendantes, au jeune âge, repliées et dissimulées au-dessous de ces organes très charnus. Lesdites fleurs, étrangères au bassin de la Loire, sont généralement isolées. J'en ai cependant découvert une rangée de sept accolées et, sur un autre échantillon, on voit les mêmes fleurs attachées aux deux côtés d'une large côte moyenne, formant ainsi une inflorescence en épi large de 5^{cm}.

En mettant à découvert un grand nombre de feuilles de *Callipteris*, j'ai constaté qu'elles sont petites et courtes comparativement aux Névroptéridées et portées par des rachis recourbés vers une base tronquée et renflée, tels que des pétioles de feuilles caduques détachées d'une tige.

D'après tout cela, les *Callipteris* s'éloignent des Névroptéridées par leurs organes de végétation aussi bien que par ceux de reproduction.

Ces plantes permiennes débutent d'ailleurs, à la base du bassin de Bert, par quelques rares *Call. conferta* St. qu'aucun lien aujourd'hui connu ne rattache aux « Fougères à graines » du Stéphanien.

A l'extrémité libre de toutes les feuilles de *Callipteris*, on s'aperçoit que leur forme si caractéristique résulte de dichotomies répétées à très courts intervalles.

M. **Gaston Bonnier** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de *L'Enchaînement des Organismes*, Ouvrage qu'il vient de faire paraître. L'auteur expose dans ce Volume, sans développer aucune théorie et de

manière à être compris de tout lecteur, les liaisons qui peuvent être établies entre les êtres vivants ou fossiles, animaux ou végétaux.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à la désignation de deux de ses Membres qui devront faire partie, cette année, du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **Maurice Levy** et **Bouquet de la Grye** réunissent l'unanimité des suffrages.

PLIS CACHETÉS.

Sur la demande de M. **Henri Padé** l'Académie ouvre deux plis cachetés déposés dans les séances du 2 février 1903 et du 22 juin 1903.

Ces plis cachetés, qui se rapportent à l'étude des *Développements en fractions continues,* sont renvoyés, sur la demande de l'auteur, à la Commission du grand prix des Sciences mathématiques.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** communique à l'Académie un Rapport de M. le Consul de France à Valparaiso, relatif à la catastrophe dont cette ville a été le théâtre dans la nuit du 16 au 17 août 1906 et les jours suivants.

(Renvoi à la Commission de Sismologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les bateaux automobiles,* par Fernand Forest. (Présenté par M. Maurice Levy.)

2° *L'hérédité des stigmates de dégénérescence et les familles souveraines,* par le Dr V. Galippe. (Présenté par M. Bouchard.)

3° Le fascicule I des *Décades botaniques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

ASTRONOMIE. — *Perturbations de Vesta dépendant du produit des masses de Jupiter et Mars.* Note de M. LEVEAU, présentée par M. Lœwy.

Quoiqu'en parfait accord avec celle déduite par Airy de la considération des perturbations de la Terre par Mars, la valeur de la masse de cette dernière planète obtenue par la comparaison des observations de Vesta, faites de 1808 à 1888, avec la théorie dans laquelle il a été tenu compte des perturbations du premier ordre par toutes les grosses planètes, sauf Mercure, du carré de la masse de Jupiter et du produit des masses de Jupiter et Saturne, cette valeur, dis-je, diffère notablement de la masse de Mars adoptée par tous les astronomes.

J'ai pensé que l'omission des perturbations dépendant du produit des masses de Jupiter et Mars pouvait être la cause de cette discordance. C'est pourquoi j'ai entrepris le travail dont j'ai l'honneur de présenter les résultats à l'Académie.

Soient :

g, g', g^{v} les anomalies moyennes respectives de Vesta, ♃ et ♂,
n, n', n^{v} leurs moyens mouvements,
$\mu' = \frac{n'}{n}$, $\mu^{v} = \frac{n^{v}}{n}$,
ε, l'anomalie excentrique de Vesta,
$(i, i', i^{v}) = ig + i'g' + i^{v}g^{v} + [i + i'\mu' + i^{v}\mu^{v}](\varepsilon - g)$,

on obtient, pour les perturbations de la longitude moyenne et du rayon vecteur de Vesta, les expressions suivantes :

Perturbations de Vesta dépendant du produit des masses de ♃ et ♂.

			$n\,\delta z$.		$2\,\delta\nu$.		
i.	i'.	i^{v}.	cos.	sin.	cos.	sin.	Période.
			"	"	"	"	ans
0	+4	−1	"	−0,002	−0,002	"	5,1
0	+3	−1	+0,025	+0,065	+0,066	−0,025	3,6
1	+3	−1	−0,128	−0,148	+0,003	−0,001	308,3
0	+2	−1	+0,006	+0,004	+0,005	−0,008	2,7
1	+2	−1	+0,005	+0,002	+0,001	−0,002	11,4

i.	i'.	i^v.	$n\,\delta z$ cos.	$n\,\delta z$ sin.	$2\,\delta v$ cos.	$2\,\delta v$ sin.	Période.
			″	″	″	″	ans
1	0	−1	−0,004	+0,012	+0,013	+0,004	3,9
2	0	−1	−0,065	+0,011	″	−0,003	51,6
3	0	−1	−0,005	+0,012	−0,012	−0,005	3,4
3	−2	−1	+0,002	+0,005	−0,002	″	7,9
4	−2	−1	−0,002	+0,001	−0,001	−0,002	2,5
3	−3	−1	+0,003	+0,007	″	−0,003	23,8
4	−3	−1	+0,001	+0,002	−0,002	″	3,2
5	−10	−1	″	+0,003	″	″	342,6
2	+3	−2	+0,009	−0,002	−0,002	−0,009	3,8
3	+3	−2	+0,027	−0,026	+0,002	+0,001	61,9
3	0	−2	″	−0,015	−0,013	″	4,2
4	0	−2	−0,020	−0,022	+0,004	−0,005	25,8
4	−1	−2	+0,006	−0,002	−0,001	−0,001	21,9
4	−2	−2	+0,002	−0,003	−0,002	−0,002	7,7
5	−2	−2	″	+0,003	−0,001	″	7,0
4	−3	−2	+0,001	−0,008	−0,007	−0,001	4,6
5	−3	−2	−0,004	−0,002	+0,001	−0,001	16,3
5	−4	−2	+0,006	+0,012	+0,001	−0,002	43,6
6	−4	−2	−0,002	−0,001	+0,001	−0,002	3,9
5	−7	−2	+0,003	−0,002	−0,002	−0,003	3,6
6	−7	−2	−1,295	+4,615	+0,008	+0,002	3079,0
7	−7	−2	″	−0,014	+0,014	″	3,6
4	+3	−3	+0,002	+0,002	+0,002	−0,002	4,2
5	+3	−3	+0,004	″	″	+0,001	28,1
5	−0	−3	+0,006	−0,006	−0,005	−0,005	4,6
6	−0	−3	−0,001	−0,008	+0,002	″	17,2
5	−1	−3	−0,001	−0,002	−0,002	+0,001	3,3
6	−1	−3	+0,009	+0,005	″	−0,001	38,2
6	−2	−3	+0,004	″	″	−0,002	9,0
6	−3	−3	+0,004	−0,003	−0,002	−0,003	5,1
7	−3	−3	+0,001	−0,002	″	″	12,4
6	−4	−3	+0,005	−0,006	−0,006	−0,005	3,6
7	−4	−3	−0,010	+0,397	+0,007	″	280,2
8	−4	−3	−0,002	−0,004	+0,004	−0,002	3,6
7	0	−4	+0,004	″	″	−0,003	5,1
8	0	−4	+0,002	−0,001	+0,001	+0,001	12,9
7	−1	−4	+0,002	−0,005	−0,005	−0,002	3,6
8	−1	−4	+0,022	+0,075	+0,002	−0,001	146,8
8	−2	−4	+0,002	+0,002	+0,001	−0,001	11,0
8	−3	−4	+0,003	+0,001	″	−0,002	5,8
9	−4	−4	−0,002	+0,004	−0,001	−0,002	63,2
9	+2	−5	+0,001	+0,005	″	″	99,5
10	−1	−5	−0,004	+0,008	″	″	79,5
10	−2	−5	″	+0,002	″	″	13,9

i.	i^v.	$n\,\delta z$ cos.	$n\,\delta z$ sin.	Période.
		″	″	ans
2	−1	+0,004	−0,001	51,6
3	−2	″	+0,001	4,2
4	−2	+0,002	″	25,8
		nt cos.	*nt* sin.	
0	−1	″	−0,00002	1,9
1	−1	−0,00012	−0,00003	3,9
2	−1	″	+0,00030	51,6
3	−1	+0,00010	″	3,4
2	−2	″	−0,00002	2,0
3	−2	+0,00009	+0,00003	4,2
4	−2	″	+0,00029	25,8
5	−3	+0,00005	−0,00002	4,6

i.	i^v.	$2\,\delta v$ *nt* cos.	$2\,\delta v$ *nt* sin.
		″	″
1	−1	−0,00003	+0,00010
2	−1	−0,00006	+0,00002
3	−1	″	+0,00010
3	−2	+0,00002	+0,00009
4	−2	−0,00007	−0,00004
5	−3	−0,00002	+0,00005

puis, pour les valeurs des perturbations de la longitude moyenne aux époques des observations :

Dates.	$n\,\delta z$.	Dates.	$n\,\delta z$.	Dates.	$n\,\delta z$.	Dates.	$n\,\delta z$.
1807,3...	+4″,46	1835,0...	+4″,46	1858,3...	+4″,11	1881,9...	+4″,25
1808,7...	+4,52	1836,2...	+4,30	1859,9...	+4,25	1883,2...	+4,12
1810,1...	+4,57	1837,8...	+4,38	1861,1...	+4,16	1884,7...	+4,24
1811,4...	+4,47	1839,0...	+4,39	1862,5...	+4,24	1886,0...	+4,15
1812,8...	+4,57	1840,4...	+4,25	1863,9...	+4,26	1887,3...	+4,12
1814,1...	+4,55	1841,9...	+4,38	1865,3...	+4,22	1888,8...	+4,18
1815,6...	+4,53	1843,2...	+4,26	1866,7...	+4,33	1890,2...	+4,07
1816,9...	+4,59	1844,7...	+4,28	1868,0...	+4,25	1891,5...	+4,12
1818,3...	+4,53	1845,9...	+4,31	1869,4...	+4,33	1893,0...	+4,09
1819,7...	+4,57	1847,3...	+4,16	1870,8...	+4,34	1894,2...	+4,02
1822,5...	+4,50	1848,8...	+4,29	1872,1...	+4,24	1895,7...	+4,09
1823,9...	+4,57	1850,2...	+4,16	1873,6...	+4,38	1897,1...	+3,96
1825,2...	+4,45	1851,5...	+4,15	1874,9...	+4,26	1898,4...	+4,01
1826,6...	+4,50	1852,9...	+4,24	1876,3...	+4,25	1899,9...	+3,99
1830,8...	+4,49	1854,2...	+4,08	1877,8...	+4,34	1901,2...	+3,88
1832,1...	+4,38	1855,7...	+4,22	1879,1...	+4,18	1902,7...	+4,00
1833,6...	+4,35	1857,1...	+4,17	1880,4...	+4,25	1904,0...	+3,87

Par suite de l'inégalité (6, —7, —2), dont la période est de plus de 3000 ans, la partie principale se trouvant comprise dans la longitude moyenne déduite des observations, les erreurs des longitudes des Tables de Vesta seront, en 1958 et 2008, inférieures à 0″,5 et 0″,8; mais, dans les équations de condition, les coefficients relatifs à la correction de la masse de Mars seront complètement changés et ceux relatifs à Jupiter légèrement modifiés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains groupes linéaires.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

Les auteurs qui ont étudié ou construit les groupes Γ de substitutions, ou matrices, linéaires, n-aires, d'ordre fini, ont supposé que chaque matrice de Γ avait son rang égal à n, c'est-à-dire son déterminant différent de zéro.

J'ai cherché comment se modifie le problème, quand on s'affranchit de cette condition.

Soit Ω un système constitué par des matrices n-aires A, B, C, ..., *de rangs quelconques*, en nombre fini ou infini. La seule hypothèse restrictive de la généralité sera celle-ci : « Soient A et B deux matrices, *prises à volonté*

dans Ω, et X une matrice inconnue; l'équation XA = B possède, dans Ω, *au moins une* solution. »

On reconnaît facilement alors que :

I. L'équation possède dans Ω exactement une solution;

II. Toutes les matrices de Ω ont même rang r;

III. Elles peuvent, grâce à un choix approprié de variables, s'écrire simultanément sous des expressions

$$\begin{pmatrix} \mathrm{a} & 0 \\ \alpha & 0 \end{pmatrix},$$

où a est une matrice r-aire et α un tableau à r colonnes et à $n-r$ lignes; autrement dit, toute matrice de Ω a ses $n-r$ dernières colonnes composées exclusivement de zéros.

Je dirai, avec MM. Frobenius et Schur (*Sitzungsberichte* de l'Académie de Berlin, février 1906, p. 209), que Ω est un *groupe*, si le produit de deux matrices de Ω figure aussi dans Ω. J'admettrai enfin que le groupe Ω contient un nombre fini ω de matrices. Les groupes Γ, cités plus haut, seront dits *ordinaires*.

Les groupes Ω conservent la plupart des propriétés qui appartiennent aux groupes ordinaires.

Ω admet pour invariant un hypohermitien (voir mon travail *Sur l'hypohermitien* dans le *Bulletin de la Société mathématique de France*, 1903, et ma Note des *Comptes rendus* du 9 mars 1903), H de rang r. Après canonisation de H, toute matrice de Ω s'écrit encore, comme plus haut,

$$\begin{pmatrix} \mathrm{a} & 0 \\ \alpha & 0 \end{pmatrix}, \qquad \text{mais} \qquad |\mathrm{a}| \neq 0.$$

Il est indifférent, puisque $|\mathrm{a}| \neq 0$, de prendre α ou αa. J'écrirai, pour les matrices de Ω,

$$\mathrm{A} = \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ \alpha\mathrm{a} & 0 \end{pmatrix} = (\mathrm{a}, \alpha); \qquad \mathrm{B} = (\mathrm{b}, \beta); \qquad \ldots,$$

alors

$$\mathrm{AB} = (\mathrm{ab}, \alpha), \qquad \mathrm{A}^{\mathrm{R}} = (\mathrm{a}^{\mathrm{R}}, \alpha).$$

Les matrices r — aires a, b, ... engendrent un groupe ordinaire G,

d'ordre fini g. Si e désigne la matrice k–aire unité et $a^m = e$, on a

$$A^{m+1} = A.$$

Nommons $(\sigma = 1, 2, \ldots, g; \tau = 1, 2, \ldots, q)$ a_σ les g substitutions de G, α_τ des tableaux arbitraires, au nombre de q, à r colonnes et à $n - r$ lignes.

Les $\omega = qg$ matrices de Ω sont fournies par la formule

$$(a_\sigma, \alpha_\tau),$$

q est un entier fini, mais illimité.

L'équation $XA = B$ admet la solution unique (ba^{-1}, β). L'équation $AX = B$, impossible si $\alpha \neq \beta$, admet, pour $\alpha = \beta$, les q solutions $(a^{-1}b, \alpha_\tau)$.

Nos groupes Ω seront, d'après la terminologie de MM. Frobenius et Schur, *réductibles*.

Tous les présents résultats se transportent sans peine aux quantités hypercomplexes, n^2–ions.

MÉCANIQUE. — *Sur les potentiels d'un volume attirant dont la densité satisfait à l'équation de Laplace*. Note de M. A. KORN, présentée par M. Émile Picard.

Soit

$$V = \int_i \theta \frac{d\tau}{r} \tag{1}$$

le potentiel d'une sphère de rayon R dont la densité θ satisfait à l'équation de Laplace

$$\Delta\theta = 0 \quad \text{à l'intérieur de la sphère,} \tag{2}$$

et à la condition

$$\text{abs.}(\theta_2 - \theta_1) \leqq A r_{12}^\lambda \tag{3}$$

pour deux points 1 et 2 quelconques de la sphère dont nous désignons la distance par r_{12}, A étant une constante finie et λ un nombre positif, différent de zéro. Alors on démontrera facilement à l'aide des fonctions sphériques les relations suivantes entre V et le potentiel de la surface ω de la

sphère avec la densité θ :

(4) $$\frac{\partial V}{\partial \nu} = \frac{1}{2R} V - \frac{1}{2}\int_\omega \theta \frac{d\omega}{r},$$

(5) $$\begin{cases} \left|\frac{\partial^2 V}{\partial \nu^2}\right|_e = \pi\theta - \frac{1}{2R}\frac{\partial V}{\partial \nu} + \frac{1}{4R}\int_\omega \theta \frac{d\omega}{r}, \\ \left|\frac{\partial^2 V}{\partial \nu^2}\right|_e = \pi\theta - \frac{1}{4R^2} V + \frac{1}{2R}\int_\omega \theta \frac{d\omega}{r} \end{cases}$$

pour tous les points de la surface dont nous désignons les normales intérieures par ν. En se servant de la relation (5) on peut démontrer un théorème assez important pour la théorie de l'élasticité sur la fonction

(6) $$f = \theta - \frac{1}{\pi}\left|\frac{\partial^2 V}{\partial \nu^2}\right|_e.$$

Cette fonction aura, sous les seules suppositions (2) *et* (3), *à la surface de la sphère des dérivées premières continues sur toute la surface.*

Ce résultat peut être étendu à des surfaces ω très générales dont la courbure satisfait à de certaines conditions de continuité.

Un théorème présentant une grande analogie avec le théorème que nous venons d'énoncer peut être démontré à l'aide de la relation (4).

Soient $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ trois fonctions satisfaisant à l'intérieur de la sphère aux conditions (2) et (3) et à la condition

(7) $$\theta_1 \cos(\nu x) + \theta_2 \cos(\nu y) + \theta_3 \cos(\nu z) = 0,$$

à la surface de la sphère, et posons

(8) $$V_j = \int_i \theta_j \frac{d\tau}{r} \qquad (j = 1, 2, 3);$$

alors les trois fonctions

(9) $$\begin{cases} f_1 = \frac{\partial^2 V_1}{\partial x\, \partial \nu}\cos(\nu x) + \frac{\partial^2 V_2}{\partial x\, \partial \nu}\cos(\nu y) + \frac{\partial^2 V_3}{\partial x\, \partial \nu}\cos(\nu z), \\ f_2 = \frac{\partial^2 V_1}{\partial y\, \partial \nu}\cos(\nu x) + \frac{\partial^2 V_2}{\partial y\, \partial \nu}\cos(\nu y) + \frac{\partial^2 V_3}{\partial y\, \partial \nu}\cos(\nu z), \\ f_3 = \frac{\partial^2 V_1}{\partial z\, \partial \nu}\cos(\nu x) + \frac{\partial^2 V_2}{\partial z\, \partial \nu}\cos(\nu y) + \frac{\partial^2 V_3}{\partial z\, \partial \nu}\cos(\nu z), \end{cases}$$

dont les valeurs sont les mêmes du côté intérieur et extérieur de la surface, jouiront des mêmes propriétés que la fonction f, définie par l'équation (6); *elles auront des dérivées premières continues sur toute la surface.*

L'extension de ce théorème à des surfaces ω bien plus générales se fait de la même manière que l'extension du théorème énoncé plus haut.

PHYSIQUE. — *Sur certains rayons cathodiques.* Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

M. J.-J. Thomson [1] a observé que, si l'on dévie par un aimant le faisceau cathodique d'une ampoule de Crookes, il subsiste, à la place primitivement occupée par ce faisceau, des rayons non déviés assez peu visibles, partant des mêmes points de la cathode que les rayons cathodiques, mais n'excitant pas la fluorescence du verre.

Ce faisceau est toujours rose, même si le vide est fait sur l'oxygène, dans lequel les rayons cathodiques ordinaires sont jaunes : le spectre de la lumière émise est celui de l'hydrogène. J'ai pensé que les particules en mouvement dans ces rayons avaient la propriété de n'illuminer que l'hydrogène. L'expérience a confirmé cette manière de voir : les rayons de J.-J. Thomson, à peine visibles si le gaz est très sec, deviennent très apparents dès qu'on ajoute un peu de vapeur d'eau ou d'hydrogène. Si le vide a été fait sur l'oxygène, on observe alors ce spectacle singulier que le faisceau cathodique est jaune d'or pâle (spectre de l'oxygène), tandis que les rayons non déviés ne donnent que le spectre de l'hydrogène.

Au contact du verre, ces rayons font apparaître une très faible lumière jaune qui paraît identique à celle que produisent les rayons de Goldstein. Ces derniers possédant aussi la propriété d'émettre une lumière rose dans un tube renfermant de l'oxygène et une trace de vapeur d'eau, il y avait lieu de supposer que les rayons dont il s'agit étaient, comme ceux de Goldstein, électrisés positivement.

J'ai réussi à mettre en évidence cette électrisation positive en déviant les rayons soit par un champ magnétique, soit par un champ électrique. L'emploi de l'hydrogène ou de la vapeur d'eau rendait l'expérience facile en augmentant la visibilité du faisceau. Les déviations ont toujours eu lieu dans le sens prévu pour une charge positive des particules ; l'ordre de grandeur était le même que pour les Kanalstrahlen [2].

---

(1) *Proceed. Roy. Inst.*, 1897.

(2) L'expérience était disposée comme il suit : une cathode de Hittorff (gros fil d'aluminium entouré d'un tube de verre) envoyait un faisceau de rayons sur une anode

Il est à peu près évident que les deux espèces de rayons sont formées par l'afflux cathodique positif qui, provenant de l'espace obscur comme je l'ai montré antérieurement, arrive sur la cathode avec une grande vitesse et provoque, aux points frappés, l'émission cathodique. Si la cathode est perforée, les particules positives la traversent et forment les Kanalstrahlen ; dans le cas contraire, une partie de l'afflux rebondit et constitue les rayons de J.-J. Thomson. Ces particules positives réfléchies mécaniquement par la cathode qui les avait attirées ne devraient pas toutefois dépasser les limites de l'espace obscur d'où elles proviennent. Cette anomalie s'explique par le fait que l'émission cathodique est un phénomène discontinu : le potentiel de la surface de l'électrode subit ainsi de rapides et continuelles variations auxquelles l'arrivée des particules positives de l'afflux n'est sans doute pas étrangère.

Un certain nombre de ces particules pourra donc, à la faveur d'un relèvement du potentiel cathodique, rebondir plus loin que son point de départ, sortir de l'espace obscur et, le champ devenant alors presque nul, échapper à l'attraction de la cathode. Cette interprétation est d'accord avec le fait que les rayons cathodiques positifs sont beaucoup moins visibles, et sans doute formés par beaucoup moins de particules que les Kanalstrahlen obtenus en perforant la cathode, ceux-ci ne représentant cependant qu'une fraction de l'afflux cathodique (1).

Quelle que soit l'interprétation adoptée, les expériences précédentes mettent en évidence deux faits :

1° Une cathode en activité émet des rayons qui transportent des charges positives.

2° Dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène (ou de vapeur d'eau) les corpuscules cathodiques provoquent de préférence la luminescence de l'oxygène, les particules positives n'illuminent au contraire que l'hydrogène.

---

obturant toute la section du tube et percée d'une fente. Le faisceau plat ainsi obtenu, très visible par sa tranche, passait ensuite entre deux plateaux de 15^{mm} de longueur écartés de 5^{mm} et reliés à une batterie de 200 accumulateurs. La déviation était observée au delà des plateaux, en dehors des luminosités parasites dues au courant que le passage des rayons provoquait entre les plateaux. Les rayons cathodiques ordinaires étaient en général déviés par un aimant avant l'anode.

L'observation de la déviation magnétique était beaucoup plus facile, aucune décharge étrangère ne pouvant se produire : l'ampoule était analogue à la précédente, mais sans plateaux auxiliaires. Un écran magnétique atténuait l'action du champ près de la cathode afin de ne pas gêner le fonctionnement de l'ampoule.

Les déviations étaient observées sur une longueur de 4^{cm} à 5^{cm}.

La source était un transformateur muni d'une soupape cathodique; la vérification stroboscopique du sens de la décharge a été faite pour chaque observation.

(1) La théorie cinétique des gaz suggère une autre explication, assez simple d'ailleurs, mais qui n'est pas accessible à l'expérience.

Cette dernière particularité n'est évidemment pas sans intérêt pour l'explication de la luminescence des gaz traversés par des particules électrisées.

ÉLECTRICITÉ. — *Établissement, entre un poste transmetteur et un des postes récepteurs d'une installation de télémécanique sans fil, d'une correspondance exclusive, indépendante de la syntonisation.* Note de M. **Édouard Branly**, présentée par M. de Lapparent.

Dans une commande à distance par étincelles, il paraît difficile d'être renseigné sur les instants où les étincelles doivent être lancées du poste transmetteur, si le poste récepteur est hors de vue.

L'axe distributeur et le télégraphe automatique dont j'ai muni l'an dernier un poste récepteur ([1]) font passer devant les yeux de l'opérateur du poste transmetteur les intervalles pendant lesquels les étincelles peuvent commander tel ou tel effet.

Un nouvel élément de concordance est susceptible d'être ajouté par la roue interruptrice que j'ai introduite récemment ([2]) dans le circuit de travail. Pour cet objet, j'ai modifié légèrement la première construction de cette roue.

Modification de la roue interruptrice. — Dans l'appareil primitif, la roue et la came se séparaient au moment du retour de la came; le changement apporté consiste à maintenir solidaires à tout moment la roue et la came. La roue accompagne donc la came lorsque celle-ci revient brusquement au-dessous du levier de déclenchement, soit après un tour entier et un effet produit, soit après une fraction de tour, à l'occasion d'étincelles fortuites. La *première* touche, sur laquelle appuient les balais avant l'entraînement de la roue et de la came par le moteur est alors une touche particulière et le rôle de cette touche n'est plus joué par une touche quelconque.

L'appareil modifié se comporte encore à la fois comme dispositif de sécurité et comme intermédiaire d'opération; mais, en outre, le retour de la roue elle-même et l'addition d'un nouvel organe au poste transmetteur donnent le moyen de choisir, parmi les postes récepteurs compris dans la zone d'action du poste transmetteur, celui sur lequel on veut agir.

Roue témoin au poste transmetteur. — Pour faire ce choix, le moteur qui

---

([1]) *Comptes rendus,* séance du 20 mars 1905.

([2]) *Comptes rendus,* séance du 22 octobre 1906.

entraîne une roue interruptrice R_1 doit être assez régulier pour qu'un tour de la roue ait lieu dans un temps à peu près fixe, par exemple à une seconde près sur 20. De plus, on place au poste transmetteur une roue spéciale R_2 qui est mise en marche par un moteur lors de la fermeture du circuit d'un électro-aimant, comme dans les appareils qui portent les roues R_1; comme une roue R_1 encore, la roue R_2 s'arrête après un tour par le jeu d'une goupille. La roue R_2 n'a ni touches, ni balais, ni came, ni mécanisme de retour. Son moteur est réglé pour que la vitesse de rotation soit, au moins au degré d'approximation indiqué, la même pour les roues R_1 et R_2.

Au moment où l'opérateur abaisse le manipulateur qui sert à lancer les étincelles d'action, la roue R_2 se met à tourner, car le circuit de son électro-aimant se ferme; une première étincelle qui suit immédiatement met en marche au poste récepteur la roue R_1; les deux roues R_1 et R_2 partent ainsi ensemble et font un tour dans le même temps. On peut remarquer que, si des rayons de même orientation ont été tracés sur chacune des roues R_1 et R_2 au repos, les directions de ces rayons se maintiennent parallèles sur les deux roues pendant un tour. La roue R_2 peut alors servir de *témoin* et faire connaître à l'opérateur les positions successives de la roue R_1, malgré son éloignement. Assurément, pour un certain nombre de tours consécutifs, la coïncidence des orientations cesserait assez vite, à cause de la difficulté d'égaliser les vitesses des deux roues avec une rigueur suffisante, mais la coïncidence pour un tour en partant du repos est facile.

Roues interruptrices aux postes récepteurs. — Un interrupteur à roue R_1 est introduit dans le circuit de travail de chacun des postes récepteurs. Chacune des roues R_1 est entraînée par un moteur qui imprime à toutes la vitesse de la roue R_2.

Les roues R_1, que je désignerai par R_1, R'_1, R''_1, diffèrent par la distribution des touches sur leur pourtour. Considérons-en deux seulement pour simplifier. Sur le premier quadrant qui commence à la touche de départ ou première touche, la roue R_1 offrira par exemple 6 touches en comprenant la première, elle n'en aura pas sur les autres quadrants. La roue R'_1 n'aura pas de touches sur le premier quadrant à la suite de sa première, elle en aura 3 sur la première moitié du deuxième quadrant et 3 sur la première moitié du quatrième quadrant. Il est avantageux de rappeler ces distributions à l'opérateur en figurant les touches de R_1 en vert sur le premier quadrant de R_2 et les touches de R'_1 en rouge sur le deuxième et le quatrième quadrants de R_2.

Fonctionnement au poste transmetteur. — On abaisse un instant le manipulateur, la roue R_2 se met à tourner et, en même temps, par la première étincelle, les roues R_1

et R'_1. On relève aussitôt le manipulateur, R_2 continue à tourner, car le mouvement de son moteur ne dépend pas des étincelles; R'_1 poursuit son tour pendant le passage du premier quadrant, puisque R'_1 n'a pas de touches sur ce quadrant; quant à la roue R_1, elle est revenue avec sa came au point de départ.

Au commencement du passage du deuxième quadrant, on abaisse de nouveau le manipulateur et on lance un *flux* d'étincelles très serrées pendant la première moitié de ce quadrant, cela fait que R'_1 continue à tourner. Après être parti de nouveau, R_1 s'arrête bientôt. Pour faire achever la rotation de R'_1, il suffit d'un flux d'étincelles au passage de la première moitié du quatrième quadrant. Le poste auquel appartient la roue R'_1 a été mis ainsi en mesure de réaliser ses effets.

Pour faire tourner R_1 seul, à l'exclusion de R'_1, on lance un flux continu pendant le passage du premier quadrant, cela suffit pour la rotation entière de R_1. Quant à la roue R'_1, elle est ramenée à son point de départ au début du deuxième quadrant. Le poste dont dépend R_1 entre ainsi à son tour en activité.

Les divers effets du poste auquel on s'est adressé sont continués en répétant avec le manipulateur les flux spéciaux qui se rapportent à R'_1 ou R_1, dans les intervalles que le télégraphe automatique du même poste fait inscrire sous les yeux de l'opérateur.

On comprend que des combinaisons dans la distribution des touches sur les roues R_1 des postes récepteurs permettent de faire tourner à volonté une seule d'entre elles et de mettre en action le poste dont elle dépend.

Si l'on a donné aux axes distributeurs des postes récepteurs des vitesses connues, on reconnaît, sur le papier à dépêches de l'inscripteur Morse du poste transmetteur, celui des postes récepteurs qui a obéi, par la vitesse avec laquelle se succèdent les intervalles du télégraphe automatique correspondant.

L'usage des roues interruptrices et de la roue témoin n'est pas subordonné à l'emploi d'un axe distributeur, il s'applique à tout autre mode opératoire, car il suffit qu'une roue interruptrice soit intercalée dans chacun des circuits de travail des postes récepteurs.

La méthode qui vient d'être décrite supplée à la syntonisation et elle remédie aux imperfections de la syntonisation quand celle-ci n'est qu'à peu près réalisée.

CHIMIE. — *Sur les conditions de précipitation et de redissolution des sulfures métalliques.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

Sous ce titre, MM. G. Bruni et Padoa ont publié [1] un Mémoire relatant divers essais que leur a inspirés la lecture du traité d'Ostwald, *Wissen-*

---

[1] *Atti R. Accad. dei Lincei*, Roma, 5e série, 14, II, p. 525.

schaftliche Grundlagen der analytischen Chemie, dans lequel cet auteur, à propos de la précipitation des sulfures dans les solutions acides des sels métalliques et de leur redissolution, considère la variation de l'effet du gaz sulfhydrique, lorsqu'on fait varier la pression de ce réactif par compression ou raréfaction.

« Comme des expériences sur la question proposée, disent MM. Bruni et Padoa, n'ont jamais été exécutées, autant que nous avons pu le constater, il nous a paru intéressant de vérifier si l'hypothèse d'Ostwald correspondait à la réalité... » ; et ils font alors l'exposé de leurs expériences et des résultats obtenus dans le cas du zinc, du nickel, du cobalt, du manganèse.

Je serai loin de contredire aux conclusions de ces savants, car elles sont en complet accord avec les miennes et les confirment.

En effet, parmi toutes les études relatives à l'action réciproque et aux équilibres entre les sels métalliques en solution, l'hydrogène sulfuré et les acides, je ferai remarquer à MM. Bruni et Padoa que celles que j'ai fait paraître aux *Comptes rendus* (¹), au commencement de l'année 1882, c'est-à-dire 12 ans avant la publication de la première édition (1894) du traité d'Ostwald, établissent nettement l'influence de la pression du gaz sulfhydrique dans son action sur les sels de nickel en milieu neutre ou acide.

Cette étude, je l'ai étendue (²) au manganèse, au fer, au cobalt, au zinc ; ce qui m'a permis d'en déduire des méthodes de séparation dont celles relatives au zinc et au nickel d'une part, au zinc et au cobalt d'autre part, ont été publiées en 1889 (³).

J'ai même démontré en plus le rôle du sulfure métallique insoluble et son influence sur la marche ultérieure de la réaction (t. XCIV, p. 1251), phénomène entièrement inconnu avant que je ne l'aie signalé et qu'on ne peut expliquer que comme la conséquence d'une augmentation de pression dans le voisinage du sulfure, due à l'existence d'un sulfhydrate de sulfure facilement dissociable.

Je me crois donc fondé à réclamer le droit de priorité sur MM. Bruni et Padoa, en ce qui concerne l'influence de la tension du gaz sulfhydrique sur les solutions salines, neutres ou acides, lors de la formation des sulfures métalliques.

(¹) T. XCIV, p. 961, 1183, 1251, 1417, 1473, 1595, 1715 et t. XCV, p. 34.
(²) T. CIV, p. 1372 ; t. CV, p. 751 et 806 ; t. CVI, p. 132 et t. CVII, p. 1148.
(³) *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 236 et 450.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les gaz observés dans l'attaque de la tantalite par la potasse.* Note de MM. C. **Chabrié** et F. **Levallois**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons souvent remarqué qu'en attaquant de la tantalite par la potasse des gaz se produisaient. Cette observation a été faite d'autre part par M. Bouhard qui, opérant sur de grandes quantités de matière dans un but industriel, fut frappé de l'abondance de ce dégagement gazeux.

Nous avions d'abord cru que la tantalite que nous avions fait pulvériser chez les industriels pouvait contenir du fer provenant de l'appareil broyeur et que ce fer pouvait être la raison de la production des gaz observés. Nous avons vérifié la présence du fer dû à cette cause en le retirant du minéral pulvérisé au moyen d'un aimant; en constatant qu'un autre minéral tout à fait différent, mais plus dur, le pollux, en contenait davantage après broyage; enfin, en vérifiant que la tantalite ne contenait pas de fer métallique lorsqu'on l'avait pulvérisée dans un mortier d'agate.

La question se posait de nouveau pour la tantalite ainsi broyée à l'abri des appareils construits en fer.

I. D'abord la tantalite chauffée seule, au rouge, dans le vide, n'a pas donné trace d'hydrogène ni de vapeur d'eau. Le dégagement gazeux, très peu important, avait la composition suivante :

CO^2	84
Az	12,4
O	3,1
H	0

Le rapport des volumes des gaz oxygène et azote montre qu'ils sont les constituants de l'air emprisonné dans la poudre; le gaz carbonique provient des carbonates dont la tantalite est accompagnée en très faibles proportions. D'ailleurs, lorsque l'échantillon est aussi pur que possible, la quantité de ce dernier gaz devient imperceptible.

II. Lorsque la tantalite est traitée dans le vide par quatre fois son poids de potasse caustique séchée par fusion et placée dans une nacelle d'argent, un dégagement gazeux abondant se produit.

Il commence un peu avant la fusion de la potasse, mais il est surtout considérable après.

Nous avons trouvé les nombres suivants :

Hydrogène	93,2
Azote	4,6
Oxygène	1,2

Une certaine quantité de vapeur d'eau s'était produite. Le volume total des gaz dégagés a varié entre $11^{cm^3},5$ et $14^{cm^3},5$ par gramme de tantalite traitée.

III. Le minéral employé était une tantalite pure préalablement calcinée dans le vide. La potasse avait été desséchée par fusion prolongée dans un courant d'hydrogène sec. L'appareil consistait en un tube de verre d'Iéna protégé intérieurement de l'action de la potasse fondue projetée au moyen d'une gaine d'argent.

Quelle explication convenait-il de donner de la production de la vapeur d'eau et de celle de l'hydrogène dans l'action de la potasse sur la tantalite? Il nous a semblé qu'on pouvait admettre que la potasse se substituait au protoxyde de fer du minéral, puis que ce protoxyde de fer réduisait l'hydrate de potassium en donnant de l'eau, de l'hydrogène et du sesquioxyde de fer.

La réaction pourrait s'exprimer ainsi : [1]

$$2.Ta^2O^5FeO + 4KOH = 4.TaO^3K + Fe^2O^3 + H^2O + H^2.$$

Le fait de la réduction de la vapeur d'eau par le protoxyde de fer est connu. M. Moissan l'a établi, il y a longtemps (voir *Traité de Chimie minérale* de H. Moissan, t. IV, p. 340 et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXI, 1880, p. 199). Nous avons d'ailleurs fait une expérience pour appuyer cette conclusion d'une preuve nouvelle.

Nous avons traité de l'isérine (1 p.) dont la constitution peut être considérée comme formée d'un mélange de titanate de protoxyde de fer et de fer oligiste, par la potasse (6 p.), dans le vide, dans un tube de verre de Bohême doublé d'argent, à une température élevée.

Nous avons obtenu la réaction exprimée par l'équation suivante :

$$2.TiO^2FeO + 4KOH = 2TiO^3K^2 + Fe^2O^3 + H^2O + H^2$$

L'analogie est donc évidente, et il est démontré que les gaz observés sont dus non à la tantalite elle-même, mais à sa fonction de sel de protoxyde.

---

(1) La formule simple que nous indiquons pour le tantalate alcalin formé signifie seulement que nous admettons la combinaison de l'acide tantalique et de la potasse.

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude du sélénium.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. H. Moissan.

Lorsqu'on réduit l'acide sélénieux au moyen d'une solution de glucose, il y a production de sélénium rouge brique, amorphe. Cette variété de sélénium, dont j'ai étudié les propriétés, se dissout peu à peu dans l'acide sulfurique concentré, en formant du sulfoxyde de sélénium, $SeSO^3$.

Le sulfoxyde laisse déposer au bout d'un certain temps du sélénium à l'état de liberté :

$$SeSO^3 + H^2O = Se + SO^4H^2.$$

Le sélénium qui se dépose dans ces conditions diffère par les caractères suivants du sélénium primitivement employé :

1° Il est brun, tantôt clair, tantôt foncé; 2° il n'est pas devenu fluorescent, même temporairement, par exposition à la lumière diffuse; 3° il ne s'est pas aggloméré à la longue, et ne s'est pas transformé en masse visqueuse adhérente au verre du ballon; 4° au contact du sulfure de carbone, il n'a pas subi de transformation dans son état physique; 5° il ne s'est que très faiblement dissous, à la longue, dans ce solvant; 6° exposé à la lumière solaire, il ne s'est que très lentement et très progressivement transformé en sélénium noir amorphe et pulvérulent.

En résumé, le sélénium qui s'est séparé du sulfoxyde paraît constituer une variété stable; il est intéressant de remarquer que le sélénium qui était entré, sous une certaine forme physique, dans la combinaison $SeSO^3$, en est sorti sous une forme différente.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chloruration de la paraldéhyde et sur le chloral butyrique.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

La chloruration de la paraldéhyde a été étudiée d'une façon complète par M. Pinner [1]; cet auteur a signalé notamment la formation, dans cette réaction, du chloral butyrique $CH^3.CHCl.CCl^2.CHO$, qui constitue la majeure partie du produit obtenu. Ce chloral prendrait naissance par suite

[1] Pinner, *Ann. Chem.*, t. CLVIII, p. 41; t. CLXXIX, p. 24.

d'une chloruration incomplète de l'aldéhyde; l'aldéhyde chloracétique formée se condenserait ensuite avec l'excès d'aldéhyde acétique :

$$CH^3.CHO + CH^2Cl.CHO = CH^3.CH = CCl.CHO + H^2O,$$

puis l'aldéhyde α-chlorocrotonique provenant de cette condensation fixerait une molécule de chlore pour donner du chloral butyrique :

$$CH^3.CH = CCl.CHO + Cl^2 = CH^3.CHCl.CCl^2.CHO.$$

Ces résultats diffèrent tellement de ceux que m'a fournis la bromuration de la paraldéhyde [1], que j'ai été conduit à répéter les expériences de M. Pinner. J'ai dû toutefois reconnaître l'exactitude des conclusions de ce dernier auteur, tout en me rendant compte, d'ailleurs, des causes de la différence d'action du brome et du chlore sur la paraldéhyde.

En effet, la chloruration ne s'effectue d'une façon appréciable qu'à la température ordinaire, c'est-à-dire dans des conditions dans lesquelles l'aldéhyde acétique et l'aldéhyde chloracétique se condensent sous l'influence de l'acide chlorhydrique pour former de l'aldéhyde α-chlorocrotonique. D'autre part, l'aldéhyde chloracétique elle-même ne se crotonise que très faiblement dans les conditions actuelles et même à chaud. Il en résulte qu'aussitôt formée cette dernière réagit sur l'excès d'aldéhyde acétique, l'aldéhyde crotonique chlorée fixant ensuite une molécule de chlore pour donner du chloral butyrique. Cette condensation primaire est d'ailleurs limitée; j'ai pu, en effet, obtenir une quantité assez forte de monochloracétal en traitant le produit brut de la chloruration par de l'alcool absolu.

Au contraire, la bromuration de la paraldéhyde peut se faire presque intégralement à 0°, c'est-à-dire à une température inférieure à celle de la crotonisation; de plus l'aldéhyde bromacétique se condense déjà avec elle-même à 15°, en présence de la grande quantité d'acide bromhydrique formé, de sorte qu'il se forme surtout de l'aldéhyde α-γ-dibromocrotonique, laquelle fixe ensuite une molécule de brome pour donner de l'aldéhyde tétrabromobutyrique (*loc. cit.*) :

$$CH^2Br.CHO + CH^2Br.CHO = CH^2Br.CH = CBr.CHO + H^2O,$$
$$CH^2Br.CH = CBr.CHO + Br^2 = CH^2Br.CHBr.CBr^2.CHO.$$

La constitution du chloral butyrique a d'ailleurs été établie d'une façon indiscutable par M. Lieben [2] et les quelques réactions nouvelles auxquelles j'ai soumis ce composé ne peuvent qu'en confirmer la formule.

Je me bornerai dans cette Note à montrer que le chloral butyrique, ou

---

(1) Freundler, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1693.

(2) Lieben, Leisel, *Mon. für Chemie*, t. IV, p. 533.

plutôt son hydrate, se comporte comme une sorte d'acide bibasique; on pourrait en dire autant des hydrates de chloral et de bromal.

La formation extrêmement exothermique des alcoolates de chloral, de bromal et de chloral butyrique est, en effet, comparable à celle des éthers-acides des acides polybasiques. Or, de même qu'on transforme ces éthers-acides en éthers neutres par l'action d'un déshydratant (gaz chlorhydrique) en présence d'un excès d'alcool, de même on peut passer de l'alcoolate du chloral butyrique, qui se forme par union directe des composants, à l'acétal complet, en saturant d'acide chlorhydrique sec la solution alcoolique *bouillante* de l'alcoolate. On obtient ainsi l'*acétal trichlorobutyrique*

$$CH^3.CHCl.CCl^2.CH(OC^2H^5)^2$$

sous la forme d'un liquide bouillant à 122°-124° sous 20^{mm}-21^{mm}.

Cette propriété fonctionnelle des oxhydryles de l'hydrate se manifeste d'une façon encore plus singulière, lorsqu'on soumet à un traitement analogue la combinaison du chloral butyrique avec l'acétamide $CH^3.CHCl.CCl^2.CH\begin{cases}OH\\AzH.CO.CH^3\end{cases}$.

On obtient, en effet, dans les mêmes conditions que précédemment, une sorte d'*éther éthylique* de la combinaison en question. Cet éther ne peut avoir que la formule $CH^3.CHCl.CCl^2.CH\begin{cases}OC^2H^5\\AzH.CO.CH^3\end{cases}$; car, lorqu'on l'hydrolyse par l'acide sulfurique dilué, on obtient le chloral primitif, de l'alcool et de l'ammoniaque, mais pas d'éthylamine. Ce singulier composé bout sans décomposition à 163°-164° sous 15^{mm}-16^{mm}, et il cristallise dans un mélange de benzène et de ligroïne en beaux prismes fusibles à 86°.

J'ajouterai, à propos de ces combinaisons de chloral butyrique et d'amides, qu'il ne m'a pas été possible de retrouver l'isomérie particulière signalée à leur sujet par M. R. Schiff [1]. Je n'ai jamais obtenu, avec l'acétamide et avec la benzamide, qu'un seul composé défini dans chaque cas; le dérivé de l'*acétamide* fond à 206°-208° (et non à 170°) et celui de la *benzamide* à 176°-178° (et non à 148°).

Le chloral et le bromal semblent pouvoir être acétalisés comme le chloral butyrique. Ces divers acétals me permettront, j'espère, d'effectuer des synthèses intéressantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Migration phénylique; structure à valences pendantes des composés intermédiaires.* Note de M. **Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

La parfaite concordance des résultats que j'ai obtenus avec tous les carbures de formule générale $ArC(R) = CHR'$ et $ArCH = CRR'$ m'a

(1) R. Schiff, *Ber.*, t. XXV, p. 1690.

permis dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 649) d'établir le mode de fixation ([1]) de l'acide hypoiodeux sur ces carbures et de souligner les particularités de l'élimination de HI par action de NO^3Ag sur les iodhydrines résultantes.

Il me restait à essayer d'interpréter le mécanisme des migrations phényliques observées au cours de ces réactions en cherchant à déterminer la structure des composés instables intermédiairement formés.

J'avais songé tout d'abord (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1505, t. CXXXVII, p. 989) à envisager ces composés comme des *oxydes d'éthylène instables* dont l'isomérisation s'accompagnerait de migrations du groupe aromatique,

$$R(Ar)C(OH)-CHIR' \rightarrow R(Ar)\underset{\diagdown O \diagup}{C-CH}-R' \rightarrow R-CO-CH(Ar)-R'$$

Or je suis parvenu, soit seul (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1458), soit en collaboration avec M. Fourneau (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1595), à isoler les oxydes d'éthylènes correspondant à ces formules ; ils distillent tous dans le vide sans altération, quelques-uns même à la pression ordinaire et leur isomérisation s'effectue *sans migration du groupe aromatique*.

$$CH^3(C^6H^5)\underset{\diagdown O \diagup}{C-CH^2} \rightarrow CH^3(C^6H^5)CH-CHO$$

$$C^6H^5-\underset{\diagdown O \diagup}{CH-CH}-CH^3 \rightarrow C^6H^5-CH^2-CO-CH^3$$

Une autre solution simple consistait à envisager la formation intermédiaire de composés homologues de l'alcool vinylique de M. Berthelot ([2]),

---

([1]) Ce n'est que pour les iodhydrines suivantes : $C^6H^5-CHOH-CH^2I$, $C^6H^5-CHOH-CHI-CH^3$ et $C^6H^5(CH^3)C(OH)-CH^2I$, que j'ai pu démontrer rigoureusement la place de l'oxhydrile en transformant ces composés en acétoiodhydrines qui, réduites par le zinc et l'acide acétique, fournissent les acétates des alcools $C^6H^5-CHOH-CH^3$, $C^6H^5-CHOH-CH^2-CH^3$, $C^6H^5(CH^3)-C(OH)-CH^3$, qui ont été identifiés avec les composés synthétiques ; pour les autres iodhydrines, je me suis fondé pour adopter les mêmes formules sur l'analogie de structure des carbures initiaux et des aldéhydes ou cétones finales.

([2]) Berthelot, *Bull. Soc. chim. Paris*, t. XXVII, p. 540.

lesquels constitueraient une classe spéciale d'alcools vinyliques tertiaires

$$C^6H^5 - CHOH - CHI - CH^3 \rightarrow C^6H^5C(OH) = CH - CH^3.$$

Malheureusement il était impossible de faire entrer dans ce cadre les dérivés qui sont bisubstitués du côté de l'oxhydrile, tels que

$$R(Ar)C(OH) - CH^2I \quad \text{et} \quad R(Ar)C(OH) - CHI - CH^3\,;$$

on voit, en effet, qu'il ne peut pas y avoir d'alcools vinyliques correspondant à ces iodhydrines ; il fallait donc nécessairement admettre que, chez ces composés et particulièrement chez les iodhydrines $R(Ar)C(OH) - CH^2I$, l'élimination de HI provoque la formation d'un composé instable *à valences pendantes* tel que $R(Ar)C(OH) - \underset{\parallel}{CH}$.

Cette hypothèse était d'autant plus tentante qu'elle faisait de la migration phénylique une migration nécessaire, puisque, pour suppléer aux deux valences pendantes, la seule migration de l'hydrogène oxhydrilique n'était plus suffisante comme dans le cas des alcools vinyliques.

De plus, appliquée aux cas des iodhydrines dérivées du styrolène et du phénylpropylène, cette formule à valences pendantes démontrait également d'une façon frappante la nécessité de la migration phénylique

$$C^6H^5 - CHOH - \underset{\parallel}{CH} \rightarrow CHO - CH^2 - C^6H^5,$$

$$C^6H^5 - CHOH - \underset{\parallel}{C} - CH^3 \rightarrow CHO - CH(C^6H^5) - CH^3.$$

Plusieurs faits s'opposent cependant à cette interprétation si séduisante :

1° L'iodhydrine du phénylméthylpropylène $C^6H^5 - CHOH - CI(CH^3)^2$ qui se transforme par NO^3Ag en $CHO - C(CH^3)^2C^6H^5$ ne peut fournir intermédiairement de composé ayant deux valences pendantes sur le même carbone ;

2° Le glycol $C^6H^5 - CHOH - C(OH)(CH^3)C^6H^5$ qui conduit à l'aldéhyde [1] $CH^3(C^6H^5)^2C - CHO$ ne peut pas donner d'autre composé intermédiaire que $C^6H^5 - C(OH) = C(CH^3)C^6H^5$;

3° Le composé magnésien $CH^3(C^6H^5)C(OMgBr)CH^2Cl$ se transforme comme l'iodhydrine correspondante $CH^3(C^6H^5)C(OH) - CH^2I$ en phénylacétone $CH^3 - CO - CH^2 - C^6H^5$; or, il semble bien difficile d'admettre que ce dérivé magnésien passe par la forme intermédiaire à valences pendantes $CH^3(C^6H^5)C(OH) - CH =$.

---

(1) TIFFENEAU et DORLENCOURT, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 126. Note rectificative : *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 651.

En présence de ces faits contradictoires je me suis décidé à revenir, tout au moins pour les trois cas ci-dessus, à la formule

$$\begin{array}{c} R(Ar)\,C - CH - R', \\ \;\;\;\;\;\;\;\;\;| \;\;\;\;\;\;\;\; | \\ \;\;\;\;\;\;\;\;O \\ \;\;\;\;\;\;\;\;| \end{array}$$

formule qui, au moment précis où vient de se produire l'arrachement de l'hydracide à une halohydrine, exprime la structure du composé incomplet transitoirement formé.

Toutefois, on voit qu'on est ainsi logiquement conduit à interpréter par une même formule plane deux phénomènes aussi distincts que la transformation des halohydrines en oxydes d'éthylène sans migration et leur transformation en aldéhydes ou cétones avec migration.

On est dès lors conduit à admettre qu'il s'agit là de deux orientations inverses de la valence pendante de l'oxygène. Orientée vers le carbone voisin, elle sature la valence pendante de ce dernier pour donner des oxydes d'éthylène; orientée en sens inverse sous l'influence d'un arrachement brusque de HI, H^2O ou MgX^2 et grâce à l'action sensibilisatrice du radical phényle, la valence pendante de l'oxygène vient se fixer sur le carbone auquel cet oxygène était déjà attaché, prenant ainsi la place du phényle (Ar) qui émigre vers le carbone voisin.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur la formule de constitution de quelques diméthylanthracènes*. Note de M. **James Lavaux**, présentée par M. Haller.

J'ai indiqué précédemment que, dans l'action du chlorure de méthylène (CH^2Cl^2) sur le toluène, en présence du chlorure d'aluminium, il se forme trois diméthylanthracènes que j'ai appelés provisoirement A, B, C et que les corps A et B, dont le mélange constitue le produit principal, s'obtiennent aussi quand on fait agir le tétrabromure d'acétylène, à la place du chlorure de méthylène. J'ai montré depuis (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 354) que le diméthylanthracène B est identique à un corps décrit par Anschütz et, me basant sur des expériences de ce savant, j'ai pu en établir la formule de constitution, qui est celle du 2.7-diméthylanthracène. Dans le but de contrôler ces déductions d'expériences faites par un autre, j'ai effectué les essais suivants :

1° J'ai oxydé le B diméthylanthracène d'abord en diméthylanthraquinone, puis en

acide méthylanthraquinone-carbonique, que j'ai réduit en acide méthylanthracène-carbonique, par le zinc et l'ammoniaque; enfin j'ai distillé ce corps avec de la chaux sodée, qui, enlevant CO^2, m'a donné le β-méthylanthracène. Ce corps a été identifié par son point de fusion et celui de sa quinone, qui mélangée à de la β-méthylanthraquinone n'en change pas le point de fusion. L'un des méthyles au moins est donc en position β, c'est-à-dire en 2 ou en 7.

2° Par une oxydation plus complète encore, j'ai obtenu un acide anthraquinone-dicarbonique et j'ai essayé de le scinder, vers 260°, sous l'influence de la potasse fondue, qui dédouble l'anthraquinone ordinaire en 2^{mol} d'acide benzoïque. Quoique très lente, la réaction a lieu. Pour le 2.7-diméthylanthracène, elle peut se faire d'après les schémas (1) et (2), qui tous deux donnent les mêmes produits, par suite de la symétrie

KO/H
CO^2H — (1, 2, 3, 4) — CO / — (8, 7, 6, 5) — CO^2H
— /CO —
H/OK

(1).

H\OK
CO^2H — (1, 2, 3, 4) — \ CO — (8, 7, 6, 5) — CO^2H
— CO\ —
KO\H

(2).

des positions 2 et 7. On voit qu'il ne peut se former qu'un mélange d'acides méta et para phtaliques, en quantités égales, et pas d'ortho qui nécessiterait une position α pour l'un des groupes CO^2H. Le résultat du dédoublement a bien été conforme à ces conséquences de la constitution 2.7 admise par moi pour le carbure B, car j'ai bien obtenu un mélange d'acides méta et para phtaliques, sans acide ortho.

Ceci seul suffirait à établir la constitution de ce corps. En effet, parmi les six diméthylanthracènes possibles, possédant un groupe méthyle dans chaque noyau, comme mes carbures, il n'y a que le 2.7 et le 2.6 qui puissent conduire à un mélange d'acides méta et para phtaliques. Or, l'isomère 2.6 est connu, il a été isolé par Dewar et Jones, et ne saurait être confondu avec le corps B, qui ne peut donc être que 2.7.

Après cette confirmation de la constitution du carbure B, j'ai entrepris un travail identique pour le carbure A.

1° Formation d'un acide méthylanthraquinone-carbonique et réduction en acide méthylanthracène-carbonique, puis distillation de ce corps avec la chaux sodée. J'ai encore obtenu ici le β-méthylanthracène, caractérisé comme précédemment, montrant que le carbure A possède, comme B, un méthyle en position β.

2° En fondant avec la potasse et maintenant à 260° pendant 13 jours (de 24 heures) l'acide anthraquinone-dicarbonique, provenant du carbure A, je suis parvenu à le scinder en un mélange d'acides ortho, méta et para phtaliques. Le seul fait de la présence de l'acide ortho montre qu'il existait aussi, dans le composé A, un méthyle en position α dans un noyau, l'autre étant en β, dans le second nécessairement.

Il n'y a que les isomères 1.6 et 1.7 qui répondent à ces conditions et

l'on voit qu'ils peuvent tous deux donner naissance, par fusion avec la potasse, aux trois acides phtaliques en se scindant à la fois suivant les schémas (1) et (2).

Isomère 1.6. — *Dédoublement en un mélange d'acides ortho, méta et para.*

(1). Acides ortho et méta.

(2). Acides méta et para.

Isomère 1.7. — *Dédoublement en un mélange d'acides ortho, méta et para.*

(1). Acides ortho et para.

(2). Acide méta.

Ainsi, à ne tenir compte que des résultats précédents, on ne peut hésiter pour le carbure A qu'entre les deux formules 1.6 et 1.7. Mais en étudiant de près la réaction du chlorure de méthylène sur le toluène, on est amené à considérer comme tout à fait probable la formule 1.6 et comme très invraisemblable la formule 1.7.

En effet, dans cette réaction, le carbure anthracénique est, comme je l'ai établi (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 976), un terme final, auquel on arrive par une série d'intermédiaires, dont l'étude peut renseigner sur sa constitution. Il se forme d'abord du ditolylméthane, qui, par une nouvelle molécule de CH^2Cl^2, se transforme en hydrure anthracénique, puis celui-ci en anthracène.

L'étude du ditolylméthane, bien qu'elle soit incomplète encore, m'a conduit à l'envisager comme étant un mélange de deux isomères, le dérivé bi-méta surtout, avec une certaine quantité de bi-para, plutôt que comme un corps unique méta d'un côté, para de l'autre. Des recherches sont en

cours pour mettre hors de doute ce point de moins en moins probable.

D'ailleurs, un ditolylméthane méta-para pourrait donner naissance à deux diméthylanthracènes seulement, les dérivés 1.7 et 2.6. Le carbure A ne pourrait donc être le produit 1.7 qu'à condition que le carbure B fût le 2.6, corps connu. Or il ne l'est pas; il est l'isomère 2.7 dont on ne concevrait pas alors la formation, pas plus que celle du troisième diméthylanthracène C qui peut encore moins être confondu avec le 2.6. On voit là une grande improbabilité de la structure méta-para du ditolylméthane.

Au contraire, le bi-méta-ditolylméthane soit seul, soit mélangé de dérivé bi-para, comme ce serait le cas ici, peut donner naissance à trois dérivés anthracéniques diméthylés 2.7, 1.6 et 1.8. Le ditolylméthane bi-para, ne pouvant donner que l'anthracène 2.7, ne fera qu'augmenter sa proportion, sans rien changer qualitativement.

Or je trouve trois diméthylanthracènes : B, qui est le 2.7; A, pour lequel on devrait dès lors choisir la formule 1.6 de préférence à 1.7, dont on ne saurait expliquer la formation, et enfin C, qui pourrait être le dérivé 1.8, mais dont je n'ai eu jusqu'ici que des quantités trop faibles pour tenter quelques vérifications.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la toxicité de quelques terres rares; leur action sur diverses fermentations.* Note de M. **Alexandre Hébert**, présentée par M. Armand Gautier.

Les principales terres rares et leurs composés ont été étudiés, jusqu'ici, au point de vue de leurs propriétés physiques et chimiques; mais il n'y a eu que peu ou pas de recherches biologiques faites avec ces mêmes corps. Nous avons pensé à combler cette lacune en opérant d'abord sur les terres rares les plus répandues et les plus faciles à obtenir pures et nous les avons employées à l'état de sulfates qui sont, parmi leurs sels, les mieux définis. Nous avons exécuté nos recherches avec les sulfates de thorium $SO^4Th, 8H^2O$; de cérium $SO^4Ce, 6H^2O$; de lanthane $(SO^4)^3La^2, 6H^2O$; et de zirconium $4SO^3.2ZrO^3, 15H^2O$.

I. Nous avons cherché à fixer la toxicité de ces sels en la comparant avec celle d'une solution de bichlorure de mercure et en expérimentant, d'une part, sur divers types d'animaux, cobayes, grenouilles et poissons; d'autre part, sur divers types de plantes : pois, blés et colza.

Tandis que le bichlorure de mercure, administré en injections sous-cutanées, amenait la mort après 24 heures, à la dose de 8mg par kilogramme d'animal, pour les cobayes, et de 40mg pour les grenouilles, les sulfates des terres rares citées, administrés de la même façon, ne produisaient aucun effet apparent, même aux doses de 160mg par kilogramme d'animal. Les expériences sur les poissons ont été faites sur des vérons, en mettant ces animaux dans les solutions à essayer et en disposant comparativement un essai témoin avec de l'eau distillée et avec une solution minéralisée à la dose excessive de 5g de sel marin par litre. Tandis que les vérons résistaient facilement pendant plus de 24 heures dans cette dernière solution ou dans l'eau distillée, il sont morts presque aussitôt dans le bichlorure de mercure à $\frac{1}{10000}$ et dans les solutions de sulfates des terres rares à la teneur de 0g,5 par litre. La toxicité de ces sels suit l'ordre ci-après : zirconium, thorium, cérium, lanthane, les premiers étant les plus nocifs. Elle est proportionnelle à la concentration de la solution de ces sels.

Pour les plantes, les graines germées au préalable dans l'eau distillée étaient ensuite transplantées dans des solutions à teneurs croissantes des sels mis à l'étude, en conservant dans tous les cas des témoins en culture dans l'eau distillée. Le bichlorure de mercure est toxique pour toutes ces plantes, même à la dilution de $\frac{1}{10000}$, tandis que les sulfates des terres rares ne sont nettement nocifs qu'à la dose de $\frac{5}{1000}$ pour tous les types de végétaux étudiés. La toxicité des terres rares suit le même ordre que pour les poissons.

II. Au sujet des organismes inférieurs et des ferments, nous avons essayé méthodiquement l'action de ces sels sur l'*Aspergillus niger*, sur la levure de bière et sur deux types de ferments solubles : la diastase de l'orge germée et l'émulsine, les cultures étaient faites dans les milieux et les conditions les plus favorables; un témoin était conservé dans tous les cas.

L'*Aspergillus niger* a été ensemencé sur liquide de Raulin, et les récoltes en étaient recueillies, séchées et pesées. La levure de bière a été cultivée dans une solution de glucose à 5 pour 100 et la quantité de glucose transformée était évaluée par perte de poids.

La diastase et l'émulsine étaient mises à agir respectivement sur l'empois d'amidon à 5 pour 100 et sur une solution d'amygdaline à 2 pour 100, et leur action était mesurée par le dosage du glucose formé dans le cas de la diastase, et par le développement de l'odeur d'acide cyanhydrique, dans le cas de l'émulsine.

Dans chacun des divers essais, on avait ajouté aux solutions des sulfates des terres rares en quantités correspondant aux doses de 0g,25, 0g,50, 1g, 2g, 5g et 10g par litre de liquide.

Ces diverses séries d'expériences ont donné, entre autres, les résultats consignés au Tableau ci-après :

Quantité de sel ajouté par litre.		*Aspergillus.* — Poids recueilli.	Levure. — Glucose fermenté pour 100.	Diastase. — Amidon saccharifié pour 100.	Émulsine. — Acide cyanhydrique.
Témoin (pas de sels rares)	....	320mg	93,8	43,5	Odeur forte.
Sulfate de thorium :	0g,25	360	6,1	42,8	Odeur faible.
	0,50	370	10,2	42,8	»
	1	350	4,0	9,5	»
	2	4	4,0	0,0	Traces.
	5	0	4,0	0,0	Odeur nulle.
	10	0	10,2	0,0	»
Sulfate de cérium :	0,25	310	93,8	53,7	Odeur forte.
	0,50	360	97,9	55,5	»
	1	350	97,9	51,9	»
	2	190	91,8	52,0	»
	5	180	97,9	54,5	»
	10	120	100,0	54,5	»
Sulfate de lanthane :	0,25	330	87,7	59,0	Odeur forte.
	0,50	340	87,7	59,0	»
	1	320	81,6	59,0	»
	2	360	93,8	59,0	»
	5	240	93,8	58,3	»
	10	230	87,7	60,7	»
Sulfate de zirconium :	0,25	330	81,6	5,5	Odeur faible.
	0,50	330	4,0	0,0	Odeur nulle.
	1	330	0,0	0,0	»
	2	320	6,1	0,0	»
	5	210	4,0	0,0	»
	10	0	4,0	0,0	»

Ces résultats montrent que les sulfates de thorium et de zirconium sont nocifs pour les organismes inférieurs, notamment pour la levure de bière et pour la diastase et l'émulsine, aux doses très faibles de 0g,5 ou de 1g par litre ; leur toxicité étant, sous ce rapport, comparable à celle du bichlorure de mercure.

Les sulfates de cérium et de lanthane ne paraissent pas avoir d'action sensible sur ces organismes, même aux teneurs élevées de 5g ou de 10g par litre.

Il y a lieu de rechercher si les propriétés que nous signalons pour les

sels des terres rares étudiées s'exercent aussi sur les ferments pathologiques; ce qui, en cas d'affirmative, permettrait de doter la Médecine et la Chirurgie de nouveaux agents antiseptiques précieux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une albumine extraite des œufs de poisson : comparaison avec la vitelline de l'œuf de poule.* Note de M. L. **Hugounenq**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une Communication précédente ([1]) j'ai donné le mode de préparation et les propriétés d'une albumine extraite des œufs d'un poisson (*Clupea Harengus*). J'ai désigné cette matière sous le nom de *clupéovine* et fait connaître quelques-uns des produits obtenus par l'hydrolyse de cette substance protéique sous l'influence de l'acide sulfurique dilué, porté à l'ébullition.

J'ai complété ces premières recherches et je suis maintenant en possession de quelques résultats d'ensemble.

Indépendamment de l'arginine, de l'histidine et de la lysine, la clupéovine fournit à l'hydrolyse : de la tyrosine, de la leucine, de l'acide aminovalérique, de l'alanine, de la sérine, de la phénylalanine, de l'acide aspartique. Je n'ai pas pu déceler avec certitude dans ces produits la présence du glycocolle et de l'acide glutamique, peut-être à cause de la petite quantité de clupéovine dont je disposais (320^g).

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux qu'on obtient par l'hydrolyse de la vitelline de l'œuf de poule, étudiée par nous ici même ([2]) et, plus récemment, par Abderhalden et Hunter ([3]).

D'après les travaux de ces auteurs et les miens, la vitelline fournit aussi : de l'arginine, de l'histidine, de la lysine, de la leucine, de la tyrosine, de l'alanine, de l'acide aspartique, de la phénylalanine, de la proline avec de petites quantités de glycocolle.

Chez l'oiseau et chez le poisson, l'albumine du vitellus est donc construite des mêmes matériaux, suivant des proportions comparables, sinon très voisines pour les deux espèces; les molécules semblent élaborées sur le même plan.

([1]) *Comptes rendus,* 25 avril 1904.
([2]) *Comptes rendus,* 15 janvier 1906.
([3]) *Zeistchr. f. physiol. Chem.,* t. XLVIII, 6 septembre 1906, p. 505.

Par contre, dans l'œuf de poule on relève des différences dans la molécule des corps protéiques constitutifs du blanc et du jaune. C'est ainsi que l'albumine du blanc d'œuf brut donne à l'hydrolyse plus d'arginine (2,14 pour 100) que la vitelline (1,0 pour 100); l'histidine, assez abondante parmi les produits de destruction de la vitelline (2,2 pour 100), ne paraît pas se former quand on décompose l'ovalbumine. Cette dernière fournit des composés azotés blancs, cristallins, en C^{10} et C^{11} que nous avons signalés dans une précédente Communication [1].

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les cristaux liquides d'oléate d'ammonium.* Note de M. **Fred Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

Si l'on comprime une parcelle d'oléate d'ammonium entre une lamelle de verre et un couvre-objet, on obtient une couche de matière trouble et présentant une polarisation d'agrégat; mais, si l'on détermine une trépidation par des chocs répétés avec une pointe d'aiguille, on voit la substance, sous l'influence des lames de verre, s'orienter et donner naissance à des plages, absolument transparentes, éteintes entre les nicols à 90° et montrant, en lumière convergente, la croix noire et les anneaux colorés



des cristaux uniaxes. Je donne ici une reproduction photographique de cette image, pour bien montrer qu'il n'y a aucune part laissée à l'interprétation. L'introduction d'un mica quart d'onde montre que ces cristaux sont positifs.

Mais le point le plus intéressant consiste en ce que, si l'on comprime la lame de façon à déterminer l'écoulement de la plage observée, l'image,

(1) Hugounenq et Galimard, *Comptes rendus*, 23 juillet 1906.

vue en lumière convergente, ne subit aucune modification. Il résulte de là que l'action de la lame de verre est suffisamment énergique pour maintenir l'orientation pendant l'écoulement; en second lieu, comme il ne saurait être question de répartition réticulaire pendant l'écoulement, il faut bien admettre que les phénomènes optiques sont sous la seule dépendance de la particule complexe.

A un autre point de vue, il est intéressant de signaler que l'oléate d'ammonium présente quatre modifications polymorphiques : à une température un peu inférieure à 40°, les cristaux uniaxes, que nous venons de décrire, se transforment en cristaux biaxes négatifs, dont les axes optiques sont très voisins, la biréfringence élevée et la limpidité absolue; ils s'orientent généralement de façon que l'axe moyen soit perpendiculaire à la lamelle de verre. Sous l'influence du refroidissement, la biréfringence de ces cristaux diminue notablement, et ils se transforment en cristaux biaxes positifs, dont les axes optiques forment entre eux un angle dans l'air voisin de 60°. Il est à peine nécessaire de faire remarquer que cette modification ne s'obtient que par suite de la surfusion de la première modification biaxe, qui normalement devrait se transformer en la modification uniaxe.

Enfin une seconde modification instable se produit quand on fait cristalliser l'oléate soit par dissolution, soit par fusion : il se forme alors des cristaux en fuseaux trop petits pour se prêter à une étude optique, mais qui fondent un peu au-dessous de 30°, c'est-à-dire à une température inférieure à celle des autres modifications.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Actions indirectes de l'électricité sur la germination.* Note M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Quand l'action de l'électricité s'exerce sur un milieu donné, elle peut y provoquer des modifications consécutives plus ou moins nombreuses où elle est directe pour une ou certaines de ces modifications et indirecte pour les autres. Ces dernières modifications prennent de moins en moins d'importance dans la part d'influence qui revient à l'électricité et, quand, en outre, elles peuvent être produites en dehors de toute intervention électrique, il semble superflu de les signaler. Cependant, je crois utile de noter les actions indirectes et leurs résultats, soit pour les éliminer ou les retenir dans des recherches ultérieures, les éliminer si elles sont sans avantage ou nuisibles, les retenir si elles sont avantageuses et si l'électricité les

produit mieux que tout autre agent; soit enfin pour discuter leurs rapports avec l'électricité afin d'en tirer la part qui revient à celle-ci quand le phénomène observé est une résultante.

Aussi bien, dans un grand nombre des recherches faites jusqu'à ce jour, je suis porté à croire que l'on a signalé surtout des actions indirectes ou des résultantes de la composition de ces actions et de l'action directe de l'électricité.

Voici quelques résultats de recherches personnelles :

Germination des spores de Penicillium *dans le champ électrique.* — Les spores étaient semées sur gélose et placées dans l'air humide et dans un champ moyen établi entre deux plaques conductrices ou entre deux tubes concentriques d'inégal diamètre, plaques ou tubes reliés aux deux pôles d'une bobine Ruhmkorff actionnée par des accumulateurs. Les distances et les dimensions des plaques ou des tubes étaient ménagées pour obtenir des champs moyens différents et n'avoir pas d'étincelle.

Dans toutes les expériences où j'ai trouvé des différences entre les cultures du champ et les témoins, la germination était retardée dans le champ. A quoi pouvait tenir le retard? Au champ ou aux produits de l'action du champ sur l'air. Ces produits, ozone et peroxyde d'azote, colorent en blanc le réactif idioamidonné; or, dans les expériences de contrôle, ce réactif s'est coloré en blanc dans les appareils où les spores ont très mal germé. D'autre part, en plaçant le *Penicillium* dans une atmosphère modifiée au préalable et plus ou moins chargée de ces mêmes produits, la germination était nulle ou subissait des retards proportionnés à la durée de la modification; dans aucun cas, cette germination n'était accélérée.

Les produits de l'action du champ sur l'air pouvaient donc déterminer le retard signalé dans les premières expériences, et le retard représenter le résultat d'une action indirecte de l'électricité. Cependant l'attitude de certaines cultures semblerait indiquer qu'il y avait autre chose qu'une action indirecte, Le phénomène observé serait-il une résultante? C'est ce que nous verrons plus tard [1].

---

[1] Dans le champ magnétique obtenu à l'aide de bobines et de noyaux divers, malgré les précautions prises pour avoir des températures sans différence appréciable au thermomètre avec celles des témoins, j'ai constaté plusieurs fois des résultats analogues qu'il faut rapporter, en dernière analyse, à de faibles variations de l'état hygrométrique $\frac{f}{F}$ des spores de ce champ.

Germination des graines soumises à l'électricité. — D'une manière générale, d'après les expériences de divers auteurs et mes expériences de vérification, les graines doivent être trempées au préalable; comme modes opératoires, ces graines sont soumises à l'action d'un courant continu ou d'un courant alternatif, d'un champ continu ou d'un champ moyen. Dans ces diverses conditions, le résultat observé peut être rapporté à plusieurs causes : actions directes du courant ou du champ, actions indirectes dues au trempage, aux produits de l'influence du courant ou du champ sur l'air ou le milieu en dehors des graines, à l'échauffement quand il se produit, etc.

Action du trempage. — Plusieurs séries d'expériences sur la durée du trempage préalable des graines m'ont amené à constater que cette durée influence assez les phénomènes, pour renverser le sens des résultats obtenus dans le champ moyen, et que cet effet varie avec les graines. Là se trouve peut-être un renseignement utile pour expliquer les contradictions expérimentales relevées par quelques auteurs, et ce fait que, si la germination a été hâtée dans plusieurs cas de mes expériences, elle l'a été bien moins que le voudraient les conclusions d'autres chercheurs.

Influence des produits de l'action du champ sur l'air. — Nous avons déjà vu que, dans le champ, il y a production de corps qui bleuissent le réactif iodoamidonné (ozone et peroxyde d'azote), et que ces produits sont défavorables à la germination des spores. Récemment, MM. H. Micheels et P. de Heen [1] viennent de montrer, dans la germination des graines, l'action défavorable de l'ozone sur les racines en particulier. D'autre part, la germination des graines dans le champ, indiquée par l'allongement de ces racines à leur sortie, a été accélérée dans plusieurs de mes expériences; il y aurait donc eu, dans ces cas, une action favorable et l'effet observé n'aurait été qu'une résultante.

Action de l'échauffement. — Par des ébouillantages et des étuvages sériés, j'ai obtenu des germinations accélérées ou retardées suivant la durée des opérations et la température à laquelle elles étaient faites. Ce sont là des variations que peut produire l'application de l'électricité quand celle-ci s'accompagne de variations de température.

TÉRATOLOGIE. — *Sur la structure histologique et le développement du tissu osseux chez les monstres ectroméliens.* Note de M. J. SALMON, présentée par M. Alfred Giard.

L'étude anatomo-histologique d'une importante série de monstres ectroméliens nouveau-nés m'a permis de déceler, dans l'évolution embryolo-

---

(1) H. MICHEELS et P. DE HEEN, *Note au sujet de l'action de l'ozone sur les graines en germination* (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, n° 6, 1906). Résumé par H. MICHEELS dans *Botanisches Centralblatt*, 2 octobre 1906.

gique de ces monstres, des processus très variés auxquels il est difficile d'appliquer le terme vague d'arrêts de développement.

Déjà en 1905 (1), j'avais attiré l'attention sur la forme particulière des rudiments osseux et la disposition des muscles chez les phocomèles. Dans une Note plus récente (2), j'émettais l'hypothèse que la phocomélie résultait de processus pathologiques et tératologiques variés.

J'ai ensuite étendu mes recherches à de nombreuses variétés d'ectroméliens et j'ai pu saisir, au cours de leur évolution, divers processus tératologiques dont le rôle n'avait pas encore été signalé jusqu'ici dans la production de l'ectromélie.

Ces processus intéressent particulièrement l'ébauche précartilagineuse des os longs des membres. Ils provoquent la formation d'ébauches cartilagineuses anormales et, par suite, d'os morphologiquement anormaux. Mes documents ne sont pas encore suffisamment complets pour me permettre d'établir les relations de ces divers processus entre eux; aussi je me bornerai à signaler les phénomènes qu'il m'a été donné d'observer en les classant provisoirement dans l'ordre suivant :

a. Hétéroplasie ou *Différenciation anormale*. — Le tissu précartilagineux, au lieu de se transformer en cartilage, évolue vers une autre variété de tissu conjonctif, le tissu fibreux, par exemple, soit dans l'étendue entière d'une ébauche, soit dans une région limitée. Cette hétéroplasie peut être multiple, c'est-à-dire qu'une même région précartilagineuse peut donner en différents de ses points diverses variétés de tissus conjonctifs.

b. Dédoublement et fragmentation d'ébauches normalement simples. — L'ébauche cartilagineuse d'un os long, avant l'apparition du point primitif d'ossification, se dédouble ou se fragmente en plusieurs pièces. Ce processus paraît lié à un envahissement de certaines régions de l'ébauche par du tissu fibreux.

c. Absence de corrélation et de coordination dans l'apparition des points de chondrification. — Les points de chondrification, au lieu d'apparaître régulièrement à leur place habituelle, se soudent et se fusionnent diversement

---

(1) J. Salmon, *Description d'un fœtus achondroplase. Particularités anatomiques communes aux achondroplases et aux monstres ectroméliens phocomèles* (*Bull. Soc. anthr.*, Paris, 1905). — J. Salmon, *Contribution à l'étude de la phocomélie* (Thèse, Lille, 1905).

(2) M. Curtis et J. Salmon, *Un nouveau cas de phocomélie avec étude histologique du système osseux* (*Compt. rend. Soc. biol.*, 23 juin 1906).

entre eux, en donnant lieu à des ébauches ayant les formes et les connexions les plus paradoxales.

Si donc l'on fait abstraction des cas relativement rares d'amputations congénitales, on peut émettre cette hypothèse : que les monstres ectroméliens représentent des variations squelettiques très diverses dans lesquelles l'arrêt de développement vrai ou arrêt de formation n'entre que pour une faible part.

PATHOLOGIE. — *Cytologie et pathogénie des kystes spermatiques.* Note de M. **J. Sabrazès**, présentée par M. Bouchard.

La pathogénie des kystes spermatiques reste des plus obscures, malgré la multiplicité des travaux auxquels elle a donné lieu; la nature de ces productions n'a pu être éclaircie par les recherches anatomo-pathologiques; les occasions d'examen sont d'ailleurs rares et l'ablation de la poche ne va pas sans quelques dommages pour son intégrité. L'étude des éléments histologiques en suspension dans le liquide du kyste nous donnerait-elle quelque indication ? Les observateurs qui s'y sont essayés déclarent n'avoir rencontré là que des spermatozoïdes.

Depuis plusieurs années notre attention s'est portée sur ce point. Ces liquides (nous en avons eu quatre à notre disposition, grâce à l'obligeance de MM. Lannelongue, Villar, Dubourg et Bitot, Chavannaz) centrifugés peu après la ponction, fournissent un dépôt dont les couches supérieures contiennent exclusivement des spermatozoïdes; mais au fond du tube on trouve des éléments cellulaires tout autres, très nombreux. Étudions-les entre lame et lamelle : il ne s'agit pas de cellules épithéliales. Ce sont des cellules isolées les unes des autres, ne se présentant jamais en placards, de forme ronde ou ovale, rarement allongées ou polyédriques, de volume extrêmement variable oscillant de 10^{μ} à 45^{μ}, contenant souvent des inclusions. A côté d'elles, on voit des spermatozoïdes, les uns assez mobiles, d'autres morts, d'autre agglutinés, d'autre dégénérés, tuméfiés, privés de leur queue. Faisons une coloration vitale au rouge neutre, au bleu de méthylène ou mieux au bleu polychrome en délayant une trace de ces colorants dans une goutte de liquide kystique que l'on monte entre lame et lamelle : ces cellules nous apparaissent alors soit comme de grands éléments mononucléés à protoplasma exubérant, très faiblement basophile ou même un peu acidophile, à noyau rond, clair, centré par un grain de chromatine, soit, plus rarement, comme de grands éléments lymphocytoïdes. A côté de ces cellules, on voit de nombreux spermatozoïdes intacts ou altérés. Beaucoup, parmi ces cellules, ont dans leur protoplasma des inclusions plus ou moins nombreuses (un ou deux gros corpuscules basophiles, de fines granulations du même ordre, des vacuoles, des granulations très réfringentes, des têtes de spermatozoïdes parfois en grand nombre, privées généralement de leur queue).

Laissons le bleu polychrome agir un certain temps sur la préparation lutée. Les têtes des spermatozoïdes, primitivement violacées, virent au vert pâle et l'on voit nettement que ce sont bien des têtes qui ont été englobées par le protoplasma des macrophages; elles sont tantôt de forme normale, tantôt globuleuses, tantôt rapetissées, tantôt muées en grumeaux rappelant les *tingible Körpers* de Flemming. On peut voir çà et là un ou deux spermatozoïdes inclus dont la queue persiste encore et émerge au dehors. A l'extérieur des cellules on rencontre à côté des spermatozoïdes intacts, des têtes détachées, gonflées, à protoplasma exubérant, à substance nucléaire pycnotique ou karyolytique, qui pourraient en imposer pour de petites cellules lymphoïdes en voie de désintégration.

Les macrophages dont nous venons de signaler la présence dans les liquides de kyste spermatique sont des cellules délicates et très vulnérables; un frottis maladroit les fait éclater et les rend méconnaissables. Étalons avec précaution, à l'aide d'une effilure de pipette, un peu de ce dépôt sur une lame, et fixons-le par l'alcool méthylique. Les colorations par la thionine picriquée, suivant notre procédé, d'une part, et par l'éosine-bleu de méthylène, d'autre part, montrent que, parmi ces cellules, il en est qui sont en mitose et même binucléées; leurs enclaves protoplasmiques ressortent clairement.

Ces cellules sont des macrophages analogues à ceux du tissu conjonctif, de la rate, des ganglions lymphatiques, des cavités séreuses; elles rappellent morphologiquement les cellules endothéliales desquamées du péritoine des cobayes ayant englobé les spermatozoïdes qu'on y a injectés, telles que El. Metchnikoff [1] les a figurées en 1899, ainsi que les images fournies par les liquides d'hydrocèle dans lesquels un peu de sperme s'est déversé à la suite d'une ponction ayant blessé les conduits séminifères.

Ces constatations n'ont pas seulement une certaine importance au point de vue du diagnostic des kystes spermatiques. Elles sont en faveur des conceptions pathogéniques suivantes :

1° Celle de Gosselin (épanchement traumatique de liquide séminal dans le tissu cellulaire ambiant, tassé en néomembrane kystique);

2° Celle de Poirier (ouverture du canal épididymaire dans une cavité séreuse préexistante résultant de la soudure et de l'enclavement, au niveau de la tête et de la queue de l'épididyme, des deux feuillets du cul-de-sac sous-épididymaire.)

Les spermatozoïdes contenus dans ces kystes y sont en grande partie immobiles et plus ou moins dégénérés et agglutinés; ils subissent l'assaut des macrophages émanés des parois, qui les résorbent en partie.

Ces phénomènes de résorption confèrent peut-être au liquide de ces kystes, comme dans l'expérience de Metchnikoff rappelée ci-dessus, des

---

(1) El. Metchnikoff, *Études sur la résorption des cellules* (*Annales de l'Inst. Pasteur*, n° 10, octobre 1899).

propriétés immobilisantes pour les spermatozoïdes. Il serait intéressant de vérifier sur des spermatozoïdes normaux et vivaces, l'action de ces liquides.

EMBRYOLOGIE. — *Le développement des polygenèses et la théorie de la concrescence.* Note de M. **Jan Tur**, présentée par M. Alfred Giard.

L'étude des polygenèses s'est pendant longtemps bornée à l'examen des monstres déjà définitivement formés, dont l'anatomie ne pouvait rien ou presque rien apprendre sur le mécanisme de leur ontogenèse. D'autre part, les polygenèses embryonnaires, étudiées par Baer, Allen Thomson, Panum, Gerlach, Klaussner et Dareste, à l'aide de méthodes très insuffisantes, ne fournissent aucune donnée importante sur ce sujet. C'est depuis dix ans seulement que l'étude des polygenèses embryonnaires, entreprise avec les ressources de la technique moderne, nous a fourni, malgré la rareté du matériel, des indications assez nombreuses pour qu'il soit désormais possible de songer à une embryogénie méthodique des monstres composés. Les recherches de Kaestner, Mitrophanow, Et. Rabaud, A. Banchi, T. Hoffmann, S. Wetzel et les miennes, ont montré les phases initiales, les plus décisives, de la duplicité et même triplicité embryonnaire. L'ensemble de tous ces travaux, *sans aucune exception,* nous a fourni des preuves indiscutables que les territoires et organes communs aux deux composants d'un système embryonnaire diplogénique naissent comme tels dès le début, *sous l'influence synergique* (Ét. Rabaud) (1) de deux (ou trois) centres formatifs. Ainsi la conception de la soudure ou concrescence, en tant que phénomène primitif et essentiel, déterminant la duplicité embryonnaire, doit être définitivement rayée des processus tératologiques.

Cependant la vieille doctrine de la « soudure » de deux ébauches primitivement indépendantes, de leur « pénétration réciproque et résorption », se trouve encore soutenue, même dans des Mémoires tératologiques récents. Ce malentendu, non justifié par l'état actuel de nos recherches, est dû à l'influence exercée par l'autorité de Dareste et aussi à des écrits de L. Blanc. Les arguments qui ont servi à ce tératologiste ont fait récemment l'objet d'une critique approfondie d'Ét. Rabaud (1), à laquelle je n'ai rien à ajouter, si ce n'est que, dans l'unique observation de L. Blanc relative à un

(1) Étienne Rabaud, *Études anatomiques sur les monstres composés. I. Chat monocéphalien déradelphe* (*Bull. de la Soc. philom.*, 1905).

embryon double de poulet, affecté d'une désintégration pathologique des protovertèbres, situées entre deux canaux médullaires, « ces deux lignes des protovertèbres étaient séparées par une bandelette de tissu encore plus dégénéré... » (*Monstres doubles splanchnodymes,* 1896, p. 8); alors les protovertèbres, destinées à se confondre, exerçaient une influence réciproque « simplifiante », même sans arriver à un contact immédiat; une vraie *action à distance,* à travers un tissu neutre, également en voie de désintégration morbide. Nous avons ici, évidemment, une confusion du fait tératologique de la duplicité avec un phénomène purement pathologique, surajouté accidentellement au premier.

A part cette observation unique et dont l'insuffisance est évidente, nous ne trouvons pas un seul fait embryologique démontrant l'existence d'une soudure et d'une « concentration » de deux embryons, comme d'un processus initial, d'une cause même de la duplicité. Vu les faits d'embryogénie des polygenèses que nous connaissons à l'heure actuelle, il serait impossible de dire à quel stade pourrait se produire une telle concrescence des germes? Car même dans les stades très jeunes, les organes qui se présentent comme communs, chez les adultes d'un type donné de polygenèse, apparaissent déjà comme tels, sans *aucune* trace d'une coalescence préalable. On a vérifié cela dans plusieurs cas, dans les stades divers et sur les diverses régions du système nerveux, du tube digestif, du cou, etc. Le même phénomène se constate pour les organes qui n'apparaissent que dans les stades relativement avancés, comme, par exemple, les ébauches des extrémités. En 1904, j'ai décrit [1] un embryon opodyme-hémipage d'un lézard de l'île de Java, *Mabuia multifasciata* Kuhl., d'un âge correspondant à celui de la fin de la première semaine du développement du poulet, c'est-à-dire où la formation des extrémités est assez accentuée. Cet embryon double possédait sur le côté dorsal l'ébauche d'un membre antérieur unique, « commun » aux deux composants. L'examen de cette ébauche commune à tout le système embryonnaire et située dans son plan de symétrie montre qu'elle était un peu plus volumineuse que l'ébauche d'une patte ordinaire dans ce stade, et dédoublée dans sa partie distale, mais que sa structure histologique relevait d'une simplicité originelle parfaite : c'était une ébauche, formée aux dépens du matériel commun aux deux composants. Pas la moindre trace d'une « soudure » quelconque ni de « résorption ». A ma connaissance, c'est le premier cas de ce genre décrit chez l'embryon.

Chez le même embryon double j'ai vu les ébauches des deux colonnes vertébrales s'unir entre elles par l'intermédiaire de tissu disposé entre les deux arcs vertébraux internes, et comme entraîné par ceux-ci dans la voie de la différenciation cartilagineuse. En outre, j'ai constaté, dans la région du rhombencéphale de ce monstre double, la communication de deux cavités des cerveaux juxtaposés sur une étendue restreinte. Cette communication est due, probablement, à une véritable soudure, laquelle doit être attribuée à un contact secondaire, constituant un processus accessoire et non primitif du développement diplogénique.

De la notion de la concrescence et concentration progressive des germes primitivement distincts, découle la notion d'une forme spéciale monstrueuse, que L. Blanc a

---

(1) *Travaux du Laboratoire zootomique de l'Université de Varsovie,* t. XXXIII.

désignée sous le nom de *splanchnodymie*. Cette classe nouvelle de monstruosité double, n'étant justifiée que par la théorie de la concrescence, doit être abandonnée avec celle-ci. Quant aux dédoublements des organes internes qui ont inspiré la formation de cette classe, ils trouveront son explication, dans quelques cas spéciaux au moins, dans les phénomènes de la *schistopoïèse* (formation dissociée), dont Et. Rabaud a le premier signalé l'existence ([1]), et dont je viens d'étudier les premiers débuts embryonnaires ([2]). La formation dissociée, intéressant les ébauches du système nerveux et les dérivées du mésoderme (protovertèbres, lames musculaires), était liée dans les cas de Ét. Rabaud et les miens, aux phénomènes de la *platyneurie* (cyclocéphalie, spina-bifida), qui représente un des modes de *formation diffuse*, processus dont le rapprochement avec les *formations surnuméraires* (polygenèses) est tout à fait impossible.

Ainsi donc, la théorie de la concrescence primitive, en tant que cause de la polygenèse, est à rejeter dans son ensemble, comme contraire à tous les faits connus de l'embryologie des monstres composés. Les soudures secondaires, que l'on peut parfois observer dans les embryons doubles, ne représentent qu'un phénomène accessoire, à signification limitée. Les parties et les organes communs aux composants d'un système embryonnaire polygénétique se différencient comme tels dès le début, suivant la résultante des actions combinées des foyers formatifs.

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du mont Ithôme en Messénie.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. Albert Gaudry.

Tout le monde est d'accord pour considérer les sommets de l'Ithôme comme formés par la série de calcaires lithographiques et jaspes des savants de l'Expédition scientifique de Morée (série d'Olonos de M. Philippson). Mais l'accord cesse sur la détermination des couches de la base. On lit dans l'*Expédition scientifique de Morée* (*Géologie*, p. 197) : « *Le mont Ithôme est formé à sa base de grès verts anciens et de jaspes bruns et verts* », puis à la page 185 : « *Le grès vert inférieur avec ses jaspes constitue les collines basses entre Saint-Basile, Vulcano* (*Ithôme*), etc. »

([1]) Étienne Rabaud, *Un cas de dédoublement, observé chez l'embryon* (*Bibliographie anatomique*, fasc. 1, t. XI, 1902).

([2]) Jan Tur, *Les débuts de la cyclocéphalie* (*platyneurie embryonnaire*) *et les formations dissociées.* Sous presse, pour paraître dans le *Bulletin de la Société philomathique.*

D'ailleurs, ces savants considéraient comme grès vert inférieur le conglomérat et les schistes avec nérinées du Palamède, dont l'âge a été définitivement fixé par M. Cayeux, comme Kimméridgien. D'après M. Philippson, d'autre part, le flysch *éocène* de l'ouest du Péloponèse s'enfonce sous les jaspes et calcaires lithographiques de la chaîne occidentale de la Messénie et reparaît à l'Est sous cette même formation à Ithôme.

Cette divergence d'opinion provient de ce que ces savants ont confondu deux formations complètement distinctes. En effet, en montant à l'Ithôme par la station de Tsepherimini, on marche d'abord sur le grès ancien des géologues français, présentant l'ondulation crétacée Nord-Est, que nous avons reconnue en Grèce (*Émersion crétacée en Grèce: Comptes rendus*, 27 novembre 1905). Ce grès est recouvert plus haut de calcaire semi-cristallin gris : les couches pliocènes reposent en discordance sur ces deux formations. Plus haut, apparaît du schiste, complètement froissé, sans stratification déterminable ici, mais surmonté, au nord du couvent Vulcano, de bancs réguliers de grès et de calcaire finement bréchoïde, surmontés de leur côté d'un banc de conglomérat, formé principalement de fragments de calcaire gris et fort différent de la masse puissante des conglomérats de l'Ouest. Cette série possède une orientation franchement Ouest-Nord-Ouest, complètement différente de l'orientation Nord-Est du grès inférieur du fond de la vallée. Elle est recouverte par les jaspes et calcaires lithographiques du sommet; mais plus loin, à l'est de Meligala, elle recouvre le calcaire crétacé éocène de Tripolitsa : elle appartient donc bien au flysch éocène de l'Ouest, et le conglomérat qui la surmonte et que l'on retrouve aussi ailleurs, et en particulier au nord de l'Ithôme, sur le sentier de Méligala à Kephalinou, doit répondre à l'émersion qui préparait le plissement pyrénéen.

Ainsi donc la base de l'Ithôme serait formée de grès ancien et calcaire, et au-dessus de flysch éocène, et toutes les opinions seraient conciliées.

La tectonique du Mont Ithôme n'est pas moins intéressante.

Nous venons de voir l'orientation pyrénéenne Ouest-Nord-Ouest croiser l'orientation crétacée Nord-Est. Au-dessus l'orientation pindique Nord-Nord-Ouest, miocène, domine dans la série supérieure de jaspes et calcaires lithographiques des sommets. Ce phénomène de l'indépendance des plis est fréquent en Grèce : à l'encontre des plis anciens par des plis nouveaux, il se produit des décollements des couches supérieures qui suivent souvent seules les nouveaux plis, tandis que plus loin les couches inférieures prennent aussi part au plissement : c'est ce qui arrive, par exemple, à Zerpissia, au nord de l'Ithôme, où les plis Ouest-Nord-Ouest et Nord-Nord-Ouest interfèrent entre eux sur les mêmes couches, tantôt brusquement, tantôt par déviation ménagée. On re-

trouve d'ailleurs cette déviation ménagée même sur l'Ithôme, où l'on observe au col, aussi bien qu'au nord de Mavromati, l'orientation Nord-Ouest, provenant de la déviation des plis Nord-Nord-Ouest contre les plis Ouest-Nord-Ouest. C'est même ce qui a fait dire aux savants de l'Expédition scientifique de Morée que la direction des couches à Ithôme est Nord-Ouest (*Géologie*, p. 197).

Mais le phénomène le plus intéressant au mont Ithôme est le renversement des couches, aussi bien à l'Ouest qu'à l'Est. Si l'on suit le sentier qui longe le mont Ithôme à l'Ouest, vers le Nord, on marche sur du grès qui est surmonté du côté de l'Ithômé par les jaspes et les calcaires du sommet, tandis que les mêmes couches se représentent au-dessous dans un ordre inverse du côté de l'Ouest. Il semble donc ici que les plis pindiques Nord-Nord-Ouest, contre l'obstacle offert par le pli pyrénéen Ouest-Nord-Ouest, que nous avons reconnu dans le massif, se soient renversés à l'Ouest.

La même disposition se présente sur le versant Est : le flysch est surmonté par les jaspes et les calcaires du sommet, et semble recouvrir les mêmes couches, les calcaires affleurant de nouveau à mi-côte. Ici on ne peut expliquer le renversement en sens contraire, c'est-à-dire vers l'Est, que grâce à la présence du pli crétacé Nord-Est que nous avons reconnu dans le grès inférieur : on retrouve en effet une certaine hésitation des plis supérieurs, à l'est du sommet, du Nord-Nord-Ouest vers le Nord-Sud et le Nord-Nord-Est, comme si les plis pindiques tendaient à se dévier vers le Nord-Est : et la direction déviée Nord-Nord-Est l'emporte bientôt vers l'Est, aux environs de Meligala.

Ainsi donc nous retrouvons contre le rocher de l'Ithôme le croisement de trois plissements : du plissement miocène Nord-Nord-Ouest, du plissement éocène Ouest-Nord-Ouest, du plissement crétacé Nord-Est dont j'ai déjà entretenu l'Académie (*Émersion crétacée en Grèce : Comptes rendus*, 27 novembre 1905). Je dois cependant corriger ici une erreur qui s'est glissée dans ce Mémoire. La direction Nord-Est que j'avais signalée sur le calcaire surmontant le grès contre la colline de la citadelle de Naupacte se rapporte non à cette colline, mais à celle de la citadelle antique de Soulé, plus à l'Est, à 2 heures de Naupacte, au delà du fleuve Morno. Cette direction Nord-Est se retrouve d'ailleurs à chaque pas sur le grès ancien de Soulé à Tricapha, interférant avec les plis plus récents pyrénéen et pindique.

GÉOLOGIE. — *Sur les dislocations de la bordure du Plateau Central, entre la Voulte et les Vans* (*Ardèche*). Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Michel-Lévy.

Lorsqu'en 1904 M. Michel-Lévy, directeur du Service de la Carte géologique de France, voulut bien me confier l'étude de la bordure secondaire du Plateau Central sur la feuille de Privas, je m'attendais à pouvoir tirer

parti de mes recherches antérieures sur les failles du versant rhénan des Vosges et je pensais me trouver en mesure de faire entre les bordures des deux *horsts* d'utiles rapprochements. Dès mes premières courses dans l'Ardèche, mon attente se trouva déçue, et je constatai bientôt que j'avais à faire à un régime tectonique tout différent de celui qui caractérise le bord oriental des Vosges.

Je retrouvais, il est vrai, dans l'Ardèche, les failles en escalier, si fréquentes sur le bord des *horsts,* mais je ne rencontrais nulle part les lambeaux fragmentés qui jouent un rôle si important sur la périphérie des régions affaissées. D'autre part, j'observais en maints endroits des failles très inclinées, d'un type entièrement inconnu dans la vallée du Rhin.

J'ai eu l'occasion d'étudier, au cours de mes trois dernières campagnes, la bordure du Plateau Central depuis la Voulte au Nord, jusqu'aux Vans au Sud, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 65^{km}. Sur tout ce parcours la limite du Plateau Central et des terrains jurassiques de la bordure est constituée par une faille très importante, souvent unique, que l'on peut suivre sans aucune interruption de la Voulte aux Vans, en passant par Privas, Aubenas, Uzer et Joyeuse. Cet accident avait été reconnu par plusieurs auteurs, sur diverses parties de son parcours, mais il n'avait pas encore fait l'objet d'une étude d'ensemble. Il met en contact les terrains cristallins et cristallophylliens du Plateau Central, ou le Trias qui les recouvre en discordance, ou encore le Lias, ou le Bajocien avec le Bathonien, le Callovien ou l'Oxfordien.

De la Voulte au col de l'Escrinet la direction de la faille est sensiblement OSO-ENE; du col de l'Escrinet aux Vans elle devient SSO-NNE. Sa trace sur la Carte est tantôt parfaitement rectiligne, tantôt extrêmement sinueuse. Cette particularité montre déjà que le plan de la faille est tantôt vertical, tantôt fortement incliné et l'observation directe vient confirmer cette conclusion.

Entre Saint-Étienne-de-Boulogne et la Chapelle-sous-Aubenas, la faille est presque rectiligne sur une longueur de 19^{km}; elle est à peu près verticale et présente un assez faible rejet, le Bajocien venant buter contre le Bathonien, ou le Lias supérieur contre le Callovien. Sur une partie de ce parcours la faille principale est d'ailleurs accompagnée d'autres failles qui lui sont plus ou moins parallèles et qui déterminent une descente en gradins depuis les hauteurs du Plateau Central jusqu'aux Gras jurassiques. Ailleurs cependant, comme, par exemple, entre Joyeuse et les Vans, le Trias et l'Oxfordien se trouvent souvent en contact immédiat.

La faille est fréquemment très oblique, voire même presque horizontale; il est évident que son intersection avec la surface du terrain décrit sur la Carte des angles rentrants au passage des vallées, des courbes convexes dans les intervalles. Il en est ainsi entre

la Voulte et Coux, où les marnes bathoniennes reposent directement sur les schistes métamorphiques anciens; entre Veyras et Saint-Étienne-de-Boulogne, où le Callovien et le Bathonien sont venus recouvrir le Lias supérieur ou le Trias; entre La Chapelle-sous-Aubenas et Joyeuse, où le Callovien peut être observé en superposition immédiate au Lias inférieur, moyen ou supérieur.

Tout se passe, à première vue, comme si les termes moyens du terrain jurassique reposaient en transgressivité sur les termes inférieurs, sur le Trias ou sur les schistes métamorphiques. Mais on n'observe jamais à la base de la série supérieure la moindre trace de conglomérats par lesquels débutent souvent les terrains transgressifs; la surface supérieure de la série inférieure ne présente pas davantage de surfaces ravinées, taraudées, telles qu'on les rencontre presque toujours dans les cas de lacune par absence de dépôt. La série supérieure débute tantôt par le Bathonien, tantôt par l'Oxfordien, représentés toujours par le facies vaseux à Céphalopodes. Il ne peut donc être question ici d'une transgression mésojurassique.

Il ne peut s'agir davantage d'un chevauchement dû à des poussées tangentielles ou d'une nappe de charriage, car on n'observe nulle part la moindre trace d'étirements ou de plissements. D'ailleurs, le passage graduel des parties de l'accident où la faille est oblique à des parties où elle est à peu près verticale est difficilement conciliable avec cette interprétation.

On pourrait songer plutôt à un simple affaissement de la bordure du Plateau Central sous l'action de la pesanteur, tel qu'il a certainement eu lieu sur le pourtour de nombreux *horsts;* mais le morcellement des compartiments effondrés serait plus considérable, la bordure secondaire prendrait l'aspect d'une véritable marquetterie, notamment dans l'angle rentrant du col de l'Escrinet, où l'on ne trouve rien de semblable. Les plongements ne présenteraient pas l'uniformité remarquable qui frappe l'observateur et l'on rencontrerait certainement par places, comme sur le bord des Vosges, des plongements dirigés en sens inverse, vers le massif ancien.

Si la bordure ne s'est pas affaissée, on doit admettre, par contre, que c'est le Plateau Central qui s'est soulevé. L'oscillation verticale qu'il aurait subie peut être rangée dans la catégorie des mouvements *épirogéniques,* qui peuvent affecter non seulement les continents, mais encore les aires de surélévation de moindre étendue. Lors du mouvement ascensionnel, des ruptures se sont produites sur la périphérie, donnant lieu tantôt à des

failles verticales, tantôt à des failles obliques avec superpositions simulant des transgressions. La bordure secondaire, du fait de poussées inégales, a subi des gauchissements et les couches rigides du Jurassique supérieur se sont rompues. C'est ainsi qu'ont pris naissance le champ de fractures de Chandolas, étudié par M. Cayeux, et celui que M. Kilian a décrit récemment entre Chomérac et le Pouzin.

Tous ces accidents sont antérieurs à la coulée de basalte du plateau des Coirons et semblent n'être que la répercussion de mouvements épirogéniques plus anciens, auxquels peuvent être attribuées les lacunes dans la série des dépôts jurassiques de l'Ardèche : lacune entre les calcaires de la zone à *Arietites Bucklandi* et les calcaires gréseux à *Zeilleria cornuta* (sommet du Lias moyen); lacune entre le Callovien (J^1) et l'Argovien (J^3) à Joyeuse, et en quelques autres points de la bordure.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains jurassiques de la Grèce.* Note de M. **Carl Renz**, transmise par M. Ch. Barrois.

L'existence du terrain jurassique en Grèce fut signalée par Portlock, dans l'île de Vido. Depuis, Partsch et von Zittel ont signalé divers gisements du Lias à Corfou, ainsi que Philippson et Steinmann dans la vallée de Vyros.

Nous avons établi de 1903 à 1906 que le Lias présentait en Grèce un grand développement et des zones multiples, dans l'Épire, l'Acarnanie (île de Kalamas), Ithaque, îles de Leukas et de Corfou. Nous avons reconnu dans ces régions les zones et les faunes suivantes :

Charmouthien. — Calcaire blanc, stratifié en gros bancs, devenant au sommet dolomitique et pyriteux. Il nous a fourni *Koninckodonta Geyeri* Bittner., *Spiriferi alpina* Oppel., *Waldheimia apenninica* Zittel, *Terebratula cerasulum* Zittel. Il appartient à la zone à *Terebratula aspasia* Monegh., si répandue dans les contrées méditerranéennes.

On devra un jour distinguer dans l'épaisse masse de ces calcaires l'existence du Sinémurien, dont la présence est indiquée par la découverte que nous avons faite à Corfou d'un *Stylophyllopsis*.

Toarcien. — Calcaires argileux et marnes rouges, très voyants, ou gris, jaunes, pyriteux, riches en fossiles bien conservés, Ammonites et *Posidonia Bronni* Volz.; les Ammonites se rencontrent parfois dans une brèche de calcaire blanc à ciment argileux. Ce sont : *Hildoceras bifrons* Brug., *H. Lewisoni* Simps., *H. Mercati* Hauer., *H.*

comense Buch., *H. Erbaense* Hauer., *H. quadratum* Haug, *Lillia Lilli* Hauer., *Harpoceras* (*Grammoceras*) *radians* Rein., *H. discoïdes* Zieten, *H. subplanatum* Oppel., *Cœloceras annulatum* Sow., *C. anguinum* Rein., *C. crassum* Phill., *C. Desplacei* Orb., *C. subarmatum* Young et Bird., *C. commune* Sow., *Phylloceras Nilssoni* Héb., *P. selinoïdes* Menegh., *P. Lysadœ* Menegh., *P. heterophyllum* Sow., *Lytoceras cornucopiœ* Young et Bird., *L. rubescens* Dumortier. Cette faune est celle de la zone à *H. bifrons,* telle qu'on l'observe dans les Apennins; elle affleure en nombre de points de l'ouest de la Grèce et dans l'Épire.

La ZONE A HARPOCERAS OPALINUM ne peut être séparée dans la région étudiée de l'horizon à *Harpoceras Murchisonœ;* elle est plus pauvre en fossiles que la précédente. Le meilleur gisement que nous en ayons rencontré est celui de Leukas, sur le versant méridional du Stavrotas et au nord de Kavalos. Nous y avons ramassé : *Dumortieria Dumortieri* Thioll., *D. evolutissima* Prinz., *D. insignisimilis* Brauns, *Hammatoceras Lorteti* Dum., *H. Alleoni* Dum., *H. procerinsigne* Vacek, *Erycites gonionotum* Benecke, *E. fallax* Benecke, *Sphœroceras polysabides* Waagen, *Cœloceras norma* Dum,, *C. modestum* Vacek, *Parkinsonia* (*Tmetoceras*) *scissa* Benecke, *P. Hollandœ* Buckm., *Phylloceras ultramontanum* Zittel, *Harpoceras* (*Grammoceras*) *fluitans* Dum., *H. Aalense* Zieten, *H.* (*Lioceras*) *opalinum* Rein., *H. opalinoïdes* Ch. Meyer, *H. Murchisonœ* Sow. Cette faune rappelle surtout celle du cap de San Vigilio, sur le lac de Garde.

Le calcaire qui renferme les Ammonites à Leukas est dur, d'un blanc éclatant, ou parfois rougeâtre. Ces fossiles se trouvent dans des brèches calcaires, à ciment argileux rouge, à Palœospita, dans l'île de Corfou, et dans des calcaires jaunâtres en plaquettes à surface noduleuse, au cap sud du monastère de San Giorgio (Epire).

Cette zone est surmontée par des argiles avec lits de silex à Posidonies, qui présentent dans l'ouest de la Grèce un grand développement et une grande uniformité, loin d'offrir les facies variables des niveaux précédents.

Nos observations ont donc considérablement étendu et précisé les connaissances acquises sur le Jurassique de la Grèce occidentale. La série est moins bien connue à l'est du pays, où elle fut découverte en Argolide, lors de l'expédition scientifique de Morée; elle a été étudiée depuis par Cayeux, par Philippson, qui apportèrent d'importantes contributions. J'y ai reconnu l'existence du Toarcien entre Limnæs et Angelokastron (Argolide), caractérisé par un *Phylloceras* du groupe de *Capitanei,* et *Ph. Nilssoni;* enfin le Kimméridien paraît représenté par un calcaire marneux à Dicératides, au nord de l'Asklepicion, sur le chemin d'Epidaure.

	Grèce occidentale.	Grèce orientale.
Tithonique		Zone de *H. Vasilios* avec *Ellipsactinia*.
Kimméridien		Calcaire à *Diceratides* de l'Asklepicion et conglomérats serpentineux à *Diceras arietinum* et *Nérinées* de Nauplie.
Dogger	Silex à Posidonies (*P. Buchi* et *P. Alpina ?*). Zone à *Harpoceras Murchisonæ*. Zone à *Harpoceras opalinum*.	
Toarcien	Zone à *Hild. bifrons*.	Zone à *Phylloceras* cf. *Nilssoni*.
Charmouthien	Zone à *Tereb. cerasulum*.	
Sinémurien	Zone à *Stylophyllopsis* sp.	
Rhétien ?	Calcaire du Dachstein (probable).	Calcaire du Dachstein à *Megalodus* et *Thecosmilia*.

Dans le Péloponèse central ces étages sont représentés dans les chaînes cristallines métamorphiques.

GÉOLOGIE. — *Le substratum archéen du globe et le mécanisme des actions géodynamiques*. Note de M. E. JOURDY, transmise par M. Ch. Barrois.

Dans une Note précédente [1] j'ai montré que les lignes directrices de la tectonique française pouvaient être utilisées pour la détermination de la forme d'un relief méridien du substratum dont la ligne de faîte mérite d'être appelée *l'axe tectonique de la France*.

Cette méthode peut s'étendre à d'autres contrées, car les géologues russes ont signalé des plissements dont les rebroussements permettent de définir de même un *axe tectonique de la Sibérie*, également méridien et à 90° de longitude du premier. Le long du bassin du Mississipi, ces phénomènes se répètent à 90° de longitude Ouest et le réseau serait sans doute complètement apparent si les méridiens aux environs de la longitude de 180° ne passaient pas uniquement sur les océans : en admettant celui du détroit de Behring comme l'axe hypothétique de l'ancien continent paci-

---

[1] E. JOURDY, *Esquisse tectonique du sol de la France* (*Comptes rendus*, 30 juillet 1906).

fique (¹), on constate que le réseau méridien du substratum archéen révèle quatre lignes directrices principales méridiennes qui se placent sur deux grands cercles perpendiculaires. Dans le quadrant de l'Eurasie qui est le seul suffisamment étudié, entre les axes tectoniques de la France et de la Sibérie, s'intercalent quatre faîtes et gouttières méridiens, à peu près également espacés, qui ont influencé les courbures et les rebroussements des lignes directrices de la couverture sédimentaire, de sorte que le réseau du substratum compterait ainsi vingt côtes méridiennes pour la surface entière du globe.

Les côtes tracées suivant les parallèles sont moins apparentes car elles sont généralement masquées par les plissements provenant des actions tangentielles ; on n'en relève que des amorces (Asturies, Bretagne, Pyrénées, Arkansas, géosynclinal de la Méditerranée, fosse centrale de l'Asie jusqu'au Gobi, etc.). Telle est la surface de la carapace du substratum sur laquelle se sont exercées les actions géodynamiques qui ont affecté la couverture sédimentaire.

Dans le sens des méridiens, les poussées tangentielles vers le Nord ont été constantes en Europe (plissements huronien, calédonien, hercynien, pyrénéo-alpin). En Asie, elles sont limitées à la portion paléozoïque de la couverture sédimentaire qui est apparente dans le nord et le centre de ce continent; dans le Sud et l'Est au contraire, les poussées de la partie supérieure de la couverture sédimentaire (tertiaire et en partie mésozoïque) sont dans le sens du Sud ; dans les régions occidentales de ce continent le refoulement contre les massifs archéens a déterminé l'érection des chaînes de montagnes les plus élevées (Pamir, Himalaya), et dans la partie orientale, il se traduit par une guirlande d'arcs insulaires qui jalonnent le bord de la fosse de l'océan Pacifique, la plus profonde des fosses du globe. D'autre part, les géologues russes ont beaucoup insisté sur les phénomènes de *disjonction* qui sont très apparents à travers le continent asiatique, de la Sibérie à la Mandchourie, et qui sont caractérisés par l'intercalation d'épanchements basaltiques entre les chaînes archéennes et paléozoïques. Ce rapprochement semble de nature à évoquer l'idée d'un décollement de la partie supérieure de la couverture sédimentaire de l'Asie vers la fosse pacifique, centre puissant d'attraction par la simple action de la pesanteur.

Par analogie, l'explication de la poussée bien autrement générale de la couverture sédimentaire (totale pour l'Europe, partielle pour l'Asie) comporte l'existence d'une fosse plus constante et plus puissante. Or, la plus constante et la plus puissante des dépressions du globe est le pôle que la gravitation planétaire maintient, depuis l'origine des temps, à 20000ᵐ plus près du centre du globe que la surface équatoriale, dépression permanente par conséquent et trois fois plus profonde que toute autre fosse existante. D'après cela, l'origine des poussées dans le sens du méridien ne serait autre chose que la *marche éternelle vers le pôle*. J'ai cru pouvoir rattacher à cette

(¹) E. Haug, *Les géosynclinaux et les aires continentales* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1900).

explication une théorie nouvelle pour le phénomène houiller, et confirmer celle de l'origine du *Magnétisme terrestre* déjà exposée par M. Marcel Bertrand (1).

La poussée vers le Nord, appliquée aux déplacements des reliefs préexistants, justifie la forme actuelle de la Mésogée (2) dont une partie, disparue par aplatissement, est la Thétys et la partie restante, la Méditerranée.

Dans l'hémisphère austral, la poussée vers le pôle fournit une explication facile de la forme en pointes tournées vers le Sud, de ses masses continentales et de leurs presqu'îles.

La théorie de la poussée unilatérale de M. Suess paraît s'appliquer sans difficulté (dans chaque hémisphère pour son pôle) aux actions géodynamiques suivant les méridiens, mais il n'en est pas tout à fait de même pour les poussées suivant les parallèles.

Dans l'hémisphère austral, le déplacement des continents de 15° environ vers l'Est (Amérique du Sud, Afrique, Australie) est assez apparent pour avoir été signalé par les géographes et les géologues (3). Il correspond au déplacement des massifs archéens du substratum, le sens de ce mouvement, étant celui de la rotation du globe, semble en effet devoir scientifiquement commander l'action paralléliale. Il resterait à expliquer le mouvement dans le sens de l'Ouest qui, pour être plus superficiel, ne s'en impose pas moins comme le plus fréquent dans l'hémisphère boréal (la Sibérie, l'Oural, les Alpes occidentales, les Apalaches, les montagnes Rocheuses). J'ai présenté à ce sujet l'explication des *poussées inverses* que j'avais déjà invoquée dans la tectonique compliquée des Pyrénées, que les géologues américains ont aussi fréquemment employée dans celle des montagnes Rocheuses et qu'Élie de Beaumont avait pressentie (4). Il en résulterait, pour les reliefs du substratum, un profil en crémaillère dont la détermination complète ce que nous pouvons jusqu'à présent connaître de la figure de la Terre à l'aurore de sa période sédimentaire.

La considération des formes du substratum archéen fournit dorénavant à la tectonique une base positive qui lui faisait encore défaut.

---

(1) Marcel Bertrand, *Sur la déformation de l'écorce terrestre* (*Comptes rendus*, 1892).

(2) H. Douvillé, *Sur la distribution des Rudistes, des Orbitolines et des Orbitoïdes* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1900).

(3) De Lapparent, *Traité de Géologie*.

(4) Élie de Beaumont, *Notice sur les systèmes de montagnes*, 1852.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'arc tangent supérieurement au halo de 46°.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Mascart.

J'ai communiqué l'an dernier à l'Académie l'observation d'un arc irisé à 59° au-dessus de l'horizon, le Soleil se trouvant à 8° (*Comptes rendus*, 3 avril 1905).

Ainsi que l'a fait remarquer M. Pernter (*Comptes rendus,* 15 mai 1905), cette hauteur de 59° est précisément celle qu'indique la théorie de Bravais pour l'*arc* dit *tangent supérieurement au halo de* 46° ou *arc circumzénithal* avec une hauteur du Soleil de 8°.

Il est à noter que Bravais ne croyait pas que l'arc pût se montrer par Soleil si bas : « Il résulte, dit-il, de l'ensemble des observations, qu'il ne se montre jamais, dès que la hauteur du Soleil est inférieure à 12° ou supérieure à 31°. » (*Mémoire sur les Halos*, p. 97.)

A dater de mon observation du 26 mars 1905 je me suis attaché à surveiller, avec plus de soin encore, l'apparition du phénomène, toutes les fois que l'état du ciel était favorable. J'ai été assez heureux pour le voir trois fois : le 8 août 1905 (Soleil à 10°), le 10 mai 1906 (Soleil à 11°) et enfin le 29 octobre 1906 (Soleil à 5°).

Le halo du 29 octobre a été remarquable à plus d'un titre :

Le *cercle de* 22° a été visible continuellement à partir de $7^h 15^m$ du matin environ, généralement brillant et d'éclat uniforme dans toutes ses parties, dans un cirro-stratus persistant. Complet jusqu'à $2^h 20^m$ du soir, le cercle disparaît ensuite progressivement avec les débris du cirro-stratus qui se retire. Après 3^h, on n'en voit plus que le *sommet,* dont l'apparition est d'ailleurs rare et fugitive, dans des cirrus espacés.

L'*arc circumzénithal* est noté pour la première fois à $9^h 53^m$. Jusqu'à $10^h 27^m$, il reste constamment visible sans être accompagné des *parhélies*. L'apparition de ces derniers, entre $10^h 27^m$ et $10^h 42^m$, coïncide avec un affaiblissement marqué de l'arc circumzénithal, qui prend un vif éclat à $10^h 46^m$, alors que les parhélies ont cessé d'être visibles. Le parhélie gauche, plus brillant que le droit, offre, à $10^h 31^m$, la forme d'un accent aigu (ébauche d'arc de Lowitz).

A $11^h 7^m$, l'arc circumzénithal fait place au *cercle de* 46°, qui est encore visible par intermittence longtemps après midi.

Le *parhélie droit* se montre avec éclat, mais d'une façon très fugitive, à $2^h 20^m$ et à 3^h du soir; à $3^h 33^m$, il reparaît et reste brillant jusqu'au coucher du Soleil.

Vers $2^h 25^m$, la partie supérieure du *cercle de* 46° se dessine nettement; vers $2^h 50^m$, l'arc latéral gauche de ce cercle offre des couleurs très pures. Il disparaît avec le cirro-stratus.

L'*arc circumzénithal* se montre à $3^h 14^m$ dans des cirrus séparés et dure jusque vers $3^h 23^m$. Il reparaît un instant à $3^h 54^m$ à l'état de petit arc sans courbure appréciable, puis de $4^h 3^m$ à $4^h 10^m$ sur le bleu du ciel; il est alors très long et peu large, coloré, quoique très pâle, et paraît bien parallèle à l'horizon.

A l'Observatoire municipal de Montsouris, j'ai pu effectuer, avec l'aide de M. Dutheil, un grand nombre de mesures angulaires sur les différentes parties de ce halo. Les hauteurs ont été mesurées à l'aide de l'instrument décrit dans ma Communication du 3 avril 1905 : il est gradué de 2° en 2° et l'on peut apprécier facilement le demi-degré. Je ne reproduis ici que les mesures qui concernent l'arc circumzénithal, en y joignant celles qui ont été faites par nous sur ce même arc depuis le 26 mars 1905, par hauteurs de Soleil inférieures à 14°.

Mesures de la hauteur de l'arc circumzénithal au-dessus de l'horizon.

Date.	Heure.	Phénomène.	Hauteur de l'arc. observée.	Hauteur de l'arc. théorique.	Hauteur du Soleil. observée.	Hauteur du Soleil. calculée.	Remarques.
	h m s		° ′	° ′	° ′	° ′	
1905. Août 8.....	6.17.30 s.		60. 0	59.49	10. 0	10.10	
1906. Mai 10.....	6. 2 s.		60	60.16	12	11.13	
1906. Juillet 8....	6.27 s.		60.30	61.18	13	13.20	
1906. Octobre 5..	4. 5 s.	vert	62	61.29	13	13.11	Toutes couleurs visibles, sauf violet. Amplitude = 90° environ.
		rouge	60.30	60.41			
1906. Octobre 13.	3.48.30 s.		60.30	61. 3	″	12.53	Amplitude = 50° environ.
	3.50.30 s.		60	60.54	″	12.35	
	3.51.30 s.		60	60.50	″	12.26	
	3.53 s.		59.30	60.44	″	12.13	
1906. Octobre 29.	9.54 m.	violet	71	70.50	23	23.24	Amplitude = 74°.
		rouge	69	68.27			
	10.15 m.	violet	73	72.47	25	24 57	
		rouge	70.30	70.17			
	10.46 m.	violet	75	75.20	26.30	26.40	
		vert	73.30	73.43			
		jaune	73	73.10			
		rouge	72	72.30			
	3.14 s.		60.30	60.54	12	12.35	
	3.19 s.	rouge	59.30	60. 5	11.30	11.58	
	3.21 s.	violet	62	61.43	11	11.41	
		jaune	61	60.23			
		rouge	59	59.57			
	4. 3 s.		58	58.28	″	5.50	
	4. 6.30 s.		58	58.21	″	5.20	
	4. 9 s.		58	58.17	″	4.59	

L'ensemble de ces mesures et particulièrement la variation graduelle de la hauteur de l'arc au-dessus du Soleil, le 29 octobre, apporte une confirmation nouvelle à la théorie de Bravais, qui semble bien être la vraie théorie générale du phénomène.

Enfin il résulte de nos observations que l'arc circumzénithal est beaucoup moins rare, par hauteur de Soleil inférieure à 12°, qu'on ne le croyait jusqu'à ce jour.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 octobre 1906.

Abrégé de Géologie, par A. de Lapparent, Membre de l'Institut; sixième édition, revue, corrigée et augmentée; 163 figures dans le texte et une Carte géologique de la France en chromolithographie. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

La Géométrie analytique générale, par H. Laurent. Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Cours d'Astronomie, par H. Andoyer; 1re partie : *Astronomie théorique.* Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques. Oiseaux,* n° 6. Hanoï, 1905; exemplaire n° 152. (Présenté par M. Delage.)

Bulletin de la Société géologique de France; 4e série, t. VI, fasc. 1 : Liste des membres de la Société. Prix et fondations de la Société. Liste des dons. Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie; t. XIV, fasc. 1. G.-F. Dollfus et Ph. Dautzenberg, *Conchyliologie du Miocène moyen du bassin de la Loire.* 1re partie : *Pélécypodes* (suite). Paris, 1906; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société zoologique de France. Année 1905; t. XVIII. Paris, 1905; 1 vol. in-8°.

Publications of the United States naval Observatory; second series, t. IV, in four parts; parts I to III. Washington, 1906; 1 vol. in-4°.

Proceedings of the United States national Museum; t. XXX. Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Inheritance in poultry, by C.-B. Davenport; pub. by the Carnegie Institution. Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; t. LVIII, part I. Philadelphie, 1906; 1 fasc. in-8°.

Archives de Biologie : Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso; t. XLVI, fasc. 1. Turin, 1906; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 novembre 1906.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. — *Décades botaniques,* n° 1. Hanoï, 1906; 1 fasc. in-4°. Exemplaire n° 152. (Présenté par M. Yves Delage.)

Histoire naturelle de la France; 1re partie : *Généralités, introduction à l'Histoire naturelle. L'enchaînement des organismes,* par Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; 576 figures dans le texte, par J. Poinsot. Paris, les fils d'Émile Deyrolle, s. d.; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Les bateaux automobiles, par Fernand Forest. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

L'hérédité des stigmates de dégénérescence et les familles souveraines, par le Dr V. Galippe, préface de M. Henri Bouchot, Membre de l'Institut; avec 278 figures dans le texte. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

(*A suivre.*)